

SISTEM PERAWATAN MESIN KAPAL UNTUK PENINGKATAN PENGHEMATAN BIAYA OPERASIONAL

Ridha Siddiq¹, Abdul Hamid², Tanto Suharjo³, Susilo⁴

^{1,2,3}Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Batam,
Jl. Uniba No. 5 Batam Center, Kota Batam, 29432, Indonesia

Abstract

A planned and scheduled maintenance system can reduce the risk of damage that has an impact on the cost of replacing spare parts and ship operation activities are delayed or stopped. Repair of the propulsion engine is often carried out while the ship is being operated or when the ship is docked. The research objective of the problem formulation above is to analyze the ship engine maintenance system which aims to achieve operational targets and low cost budgets. The results of inspections, observations and preventive maintenance schedules that are carried out show that the potential for high maintenance costs can be caused by negligence in cleaning and cleaning the water filter, air filter, corroded cooling pipe and fuel filter. Make a system of maintenance planning, control and cost estimation in detail and in detail according to the recommendations from the results of this study.

Keywords : *Ship Engine, Engine Maintenance, KPLP*

Abstrak

Sistem perawatan yang terencana dan terjadwal dapat mengurangi resiko kerusakan yang berdampak pada biaya penggantian suku cadang dan kegiatan pengoperasian kapal tertunda atau berhenti perbaikan mesin penggerak kerap kali dilakukan saat kapal sedang dioperasikan atau pada saat kapal naik dok. Tujuan Penelitian dari rumusan masalah di atas adalah untuk menganalisa sistem perawatan mesin kapal yang bertujuan untuk mencapai target operasional dan anggaran biaya yang rendah. Teknik yang dilakukan untuk melakukan penelitian ini adalah Penelitian Kepustakaan dan pengamatan objek. Hasil inspeksi, observasi dan preventive maintenance schedule yang dilakukan bahwa potensi tingginya biaya perawatan dapat disebabkan oleh kelalaian dalam kebersihan dan pembersihan pada saringan air, saringan udara, pipa pendingin yang korosi serta saringan bahan bakar. Membuat sistim perencanaan perawatan, kontrol dan estimasi biaya secara detil dan terperinci sesuai rekomendasi dari hasil penelitian ini

Kata kunci : Mesin Kapal, Perawatan mesin, KPLP

1. Pendahuluan

Kapal adalah kendaraan air dengan bentuk dan jenis apapun, yang digerakkan dengan tenaga mekanik, tenaga angin, atau ditunda, termasuk kendaraan yang berdaya dukung dinamis, kendaraan di bawah permukaan air, serta alat apung dan bangunan terapung yang tidak berpindah-pindah. Proses operasional kapal laut yang berlangsung dalam suatu industry pelayaran semuanya menggunakan mesin dan peralatan. Menurut Siringoringo dan Sudiyantoro (2004) semakin seringnya mesin bekerja untuk memenuhi target produksi yang kadang melebihi kapasitas dapat menurunkan kemampuan mesin, menurunkan umur mesin dan sering membutuhkan pergantian komponen yang rusak. Apabila mesin atau peralatan yang digunakan mengalami kerusakan maka proses produksi akan terhambat. Salah satu permasalahan yang dihadapi oleh perusahaan adalah bagaimana melaksanakan proses produksi seefisien dan seefektif mungkin. Menurut Lazim dan Ramayah (2010) untuk beroperasi secara efisien dan efektif, perusahaan manufaktur perlu memastikan bahwa tidak terdapat gangguan produksi yang disebabkan oleh kerusakan, pemberhentian dan kegagalan mesin.

Pada umumnya penyebab gangguan produksi dapat dikategorikan menjadi tiga, yaitu faktor manusia, mesin dan lingkungan. Faktor terpenting dari kondisi tersebut adalah performance mesin yang digunakan (Wahjudi et al., 2009). Salah satu upaya yang dapat dilakukan perusahaan manufaktur untuk menjaga kestabilan produksi adalah melakukan pemeliharaan mesin atau peralatan. Sharma et al. (2011) mendefinisikan pemeliharaan sebagai aktivitas yang diperlukan untuk menjaga fasilitas pada kondisi yang diinginkan sehingga memenuhi kapasitas produksinya. Filosofi pemeliharaan yang kemudian berkembang dan mulai diterapkan dalam perusahaan manufaktur adalah *Total Productive Maintenance* (TPM). Penerapan TPM dalam perusahaan manufaktur menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Pengukuran OEE didasarkan pada tiga kategori *Six Big Losses*

yaitu *availability rate*, *performance rate* dan *quality rate*, menurut Stephens dalam Wahjudi et al. (2009).

2. Metode Penelitian

Sistematika, metode dan proses penelitian ini digambarkan dalam diagram alir seperti yang terlihat pada Gambar 3.1. Teknik yang dilakukan untuk melakukan penelitian ini adalah Penelitian Kepustakaan (*Library Research*). Pada proses ini dilakukan dengan beberapa tahap sebagai berikut

1. Pertama yang dilakukan adalah survei dan observasi persoalan teknik yang ada di lapangan. Sambil mempelajari berbagai buku yang menjadi referensi. Disaat menemukan ide maka penulis berdiskusi dengan pembimbing untuk menentukan dan mengajukan judul yang relevan dengan keilmuan teknik Mesin sambil juga mempelajari buku-buku dan tulisan akademik
2. Melakukan Penelitian Lapangan (*Field Research*) dan Diskusi. Penelitian Lapangan (*Field Research*) ini dimaksudkan untuk mengetahui kondisi sebenarnya perawatan mesin kapal yang ada objek serta peralatan yang akan digunakan. Dengan didampingi pembimbing lapangan, diharapkan ada komunikasi dua arah yang dapat memberikan gambaran secara jelas dan terperinci dalam memperoleh data-data yang diperlukan untuk melakukan analisa.
3. Diskusi ini dimaksudkan untuk mengarahkan dalam menyelesaikan laporan dan memberikan masukan dalam menentukan langkah-langkah untuk melakukan analisa.

Metode *Root cause Analisis*

Root cause analysis (RCA) adalah proses pemecahan masalah untuk melakukan investigasi ke dalam suatu masalah, kekhawatiran atau ketidaksesuaian masalah yang ditemukan. RCA membutuhkan investigator untuk menemukan solusi atas masalah mendesak dan memahami penyebab fundamental atau mendasar suatu situasi dan memperlakukan masalah tersebut dengan tepat, sehingga mencegah terjadinya kembali

permasalahan yang sama. Oleh karena itu mungkin melibatkan pengidentifikasian dan pengelolaan proses, prosedur, kegiatan, aktivitas, perilaku atau kondisi. Setelah selesai eksekusi *improvement* dilaksanakan, maka akan dilakukan *trial running* di *production*. Dan akan tetap dilakukan monitoring dan evaluasi.

Root Cause Analysis (RCA) adalah suatu metode analisis terstruktur yang mengidentifikasi akar masalah dari suatu insiden, dan proses ini cukup adekuat untuk mencegah terulangnya insiden yang sama. RCA berusaha menemukan jawaban atas pertanyaan-pertanyaan berikut :

1. Apa yang telah terjadi?
2. Apa yang seharusnya terjadi?
3. Bagaimana terjadi dan apa yang dapat dilakukan untuk mencegah kejadian yang sama terulang?

RCA wajib dilakukan pada :

1. Semua aksiden fatal dan major yang tidak diharapkan
2. Semua insiden yang diduga mengakibatkan cedera permanent, kehilangan fungsi atau kehilangan bagian tubuh.

Dalam menentukan penyebab, harus dibedakan antara penyebab langsung dan akar masalah. Penyebab langsung (*immediate cause/proximate cause*) adalah suatu fenomena atau kejadian (termasuk setiap kondisi) yang terjadi sesaat sebelum kerusakan dan insiden, kesalahan ataupun kegagalan proses atau produk secara langsung menyebabkan suatu insiden atau *failure* itu terjadi, dan jika dieliminasi atau dimodifikasi dapat mencegah terjadinya insiden dan *failure*.

3. Hasil

Observasi dilakukan dengan penjadwalan pada operasi kerja mesin Kapal yaitu 1000 running hours yang bertepatan pada skedul *preventive maintenance*. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan petugas bagian fasilitas teknisi KPLP Tanjung Uban serta melakukan pengamatan langsung di lapangan dan data- data yang diperoleh penulis. Sebagai langkah awal, peneliti melakukan beberapa langkah kerja sebagai berikut :

1. *Check Battery Electrolyte level* (Inspeksi pada Baterai)
2. *Replace air cleaner element* (Penggantian komponen pembersih udara)
3. *Inspect and clean-up turbocharger* (Inspeksi dan pembersihan pada turbo charger).
4. *Check and inspect heat exchanger* (Inspeksi pada penukar kalor, radiator)
5. *Check and inspect Aftercooler* (Inspeksi pada bagian setelah pendinginan)
6. *Change engine oil and filter* (pergantian minyak oli mesin dan saringan)
7. *Replace fuel filter and water separator* (pergantian saringan bahan bakar dan pemisah air)
8. *Clean-up strainer* (Pembersihan saringan utama bahan bakar)

Berikut adalah hasil inspeksi dilakukan dan detail seperti dibawah :



Gambar 3.1. Observasi awal pada unit Mesin kapal

Pengecekan terjada alternator, batery, saringan hawa, turbocharger dan unit lainnya. Tahap ini semua check list yang ada pada prosedur *maintenance* dilakukan.



Gambar 3.2. Pemeriksaan main engine panel pada unit Mesin kapal



Gambar 4.6. Pemeriksaan *head engine* pada unit Mesin kapal.

Pada tahap pemeriksaan engine (top mesin) untuk melihat injector dan valve sistem. Pemeriksaan terhadap alat penukar kalor merupakan tahapan yang penting untuk melihat kondisi visual, kebersihan dan kemungkinan adanya abnormaliti terhadap pisikal alat ini.

4. Pembahasan

Berdasarkan hasil pembahasan yang telah dilakukan dan dengan melakukan analisa pada program perawatan mesin Mesin kapal dan pembahasan program perawatan dan inspeksi dilakukan pada unit mesin Mesin kapal, maka dapat diambil beberapa hasil pembahasan yaitu :

1. Hasil pengamatan terhadap unit mesin Mesin kapal menunjukkan bahwa terjadinya kekotoran pada permukaan mesin, turbocharger, dan sistem pendingin mesin serta inflow udara.
2. Mengikuti Prosedur operasi manual maintenance bahwa running hours 1000 perlu pergantian saringan minyak engine dan saringan bahan bakar, dan telah dilakukan setelah dilakukan inspeksi. Pada proses ini terlihat bahwa kandungan kotoran yang terserap pada saringan ini cukup banyak dan perhatian terhadap kualitas bahan bakar, proses pengisian bahan bakar menjadi rekomendasi.
3. Saringan air pengatur sirkulasi pendingin menjadi perhatian utama untuk perawatan system pendinginan engine Mesin kapal.

Dari Analisa diatas maka perlu dilakukan perhatian khusus terhadap metode perawatan yang sesuai dengan kondisi operasi engine namun tetap berpedoman kepada operasi manual

perawatan. Berikut program perawatan yang dapat dilakukan untuk menghindari kerusakan pada mesin Mesin kapal.

A. *Preventive maintenance.*

Preventive maintenance dibagi atas tiga model *maintenance*:

1. *Periodic maintenance*
2. *Schedule Overhaul*
3. *Condition Base Maintenance*

B. *Periodic maintenance*

Periodic maintenance adalah pelaksanaan service yang harus dilakukan setelah peralatan bekerja untuk jumlah jam operasi tertentu. Jumlah jam kerja ini adalah sesuai dengan jumlah yang ditunjukkan oleh pencatat jam operasi (*service meter*) yang ada pada alat tersebut. Untuk melaksanakan *Periodic maintenance* ini, meliputi:

B.1 *Periodic inspection*

Pemeriksaan atau inspeksi harian sebelum unit dioperasikan dan pemeriksaan mingguan, hal ini untuk mengetahui keadaan *machine* apakah aman untuk dioperasikan. Dalam melaksanakan *periodic inspection* terutama dalam pelaksanaan perawatan harian (*daily maintenance*), bisa menggunakan beberapa alat bantu, antara lain :

1. *Check sheet*: Suatu form (daftar) yang dipergunakan untuk mencatat hasil operasi dari tiap- tiap machine dalam satu hari operasi.
2. *Daily check*: Suatu form (daftar) seperti halnya check sheet, perbedaannya hanya pada ukurannya yaitu pocket size sehingga operator atau service-man akan dengan mudah mencatatnya.

B.2 *Periodic service*

Perawatan *machine* yang teratur adalah sangat penting demi menjamin pengoperasian yang bebas dari kerusakan dan memperpanjang umur unit. Waktu dan uang yang dikeluarkan untuk melaksanakan *Periodic service* (perawatan berkala) akan dikompensasi dengan secukupnya dengan memperpanjang umur unit dan berkurangnya ongkos operasi unit. Semua angka yang menunjukkan jumlah jam kerja pada keterangan yang tertera pada check sheet adalah didasarkan pada angka-angka yang

dilihat pada service meter. Tetapi dalam praktek sangat dianjurkan pelaksanaan perawatan lebih memudahkan dan menyenangkan.

B.3 Schedule Overhaul

Jenis perawatan yang dilakukan dengan interval tertentu sesuai dengan standard overhaul di lakukan yang telah ditemukan terhadap masing-masing komponen yang ada. Schedule overhaul dilaksanakan untuk merekondisi machine atau komponen agar kembali ke kondisi standard sesuai dengan *Standard Factory*.

Interval waktu yang telah di tentukan dipengaruhi oleh kondisi yang beraneka ragam seperti kondisi medan operasi, *Periodic service*, skill operator dan sebagainya. Overhaul di laksanakan secara terjadwal tanpa menunggu machine / komponen tersebut rusak Dalam pelaksanaannya kadang kala terjadi sesuatu yang merubah jadwal (*schedule*). Macam-macam overhaul :

- *Engine overhaul*
- *Transmission overhaul*
- *Final drive overhaul*
- *General overhaul*.

B.4 Condition Base Maintenance

Jenis perawatan yang bertujuan untuk mengembalikan kondisi unit seperti semula (standard), dengan cara melakukan pekerjaan service Seperti: PPM, PPU yang hasil pengukurannya disesuaikan dengan standard yang terbaru (*service news dan modification program*).

4.4 Program perawatan yang menjadi hasil penelitian

Berikut *check list* pada perawatan sistem pendinginan unit diesel yang dapat dilakukan agar biaya perawatan dan jasa perbaikan dapat dikurangi.

Tabel 4.2 Perawatan siklus 250 jam awal

List pengecekan	Ya	Tidak
Periksa <i>battery</i>	✓	
Bersihkan mesin <i>body</i>	✓	
Check dan ambil contoh oli engine	✓	
Ganti oli mesin dan filter	✓	
Filter sistem pada bahan bakar (ganti)	✓	

<i>Residue</i> / endapan pada tangki bahan bakar (buang dan <i>clean</i>)	✓	
Hose dan climp sistem di ganti / <i>check</i>	✓	

Tabel 4.3 Perawatan siklus 50 jam (mingguan) dan harian

List pengecekan	Ya	Tidak
Periksa level air pendinginan	✓	
Periksa suhu <i>engine</i>	✓	
<i>Check</i> dan ambil contoh oli engine (level oli)	✓	
Periksa ampere Mesin kapal	✓	
Periksa rpm	✓	
Periksa kebisingan engine	✓	
Periksa sekitar engine dari kebocoran dan gejala simtom	✓	

Siklus inspeksi perawatan berkala ini dilakukan sampai pada 1000 jam operasi untuk memastikan kondisi engine dan HE dalam keadaan baik dan beroperasi normal. Selain itu berikut adalah rekomendasi dari hasil penelitian ini untuk sistem perencanaan perawatan mesin kapal pada pengelolaan untuk mengurangi biaya perawatan.

Urutan perencanaan fungsi perawatan meliputi :

1. Bentuk perawatan yang akan ditentukan.
2. Pengorganisasian pekerjaan perawatan yang akan dilaksanakan dengan
3. pertimbangan ke masa depan.
4. Pengontrolan dan pencatatan.

Melakukan penerapan bentuk perawatan yang dipilih:

1. Kebijaksanaan perawatan yang telah dipertimbangkan secara cermat.
2. Alternatif yang diterapkan menghasilkan suatu kemajuan.
3. Pengontrolan dan pengarahan pekerjaan sesuai rencana.
4. Riwayat perawatan dicatat secara statistik dan dihimpun serta dijaga untuk dievaluasi hasilnya guna menentukan persiapan berikutnya.

Membuat sasaran perencanaan perawatan :

- Bagian khusus dari mesin dan fasilitas yang akan dirawat.
- Bentuk, metode dan bagaimana tiap bagian itu dirawat.

- Alat perkakas dan cara penggantian suku cadang.
- Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan perawatan.
- Frekwensi perawatan yang perlu dilakukan.
- Sistem Pengelolaan pekerjaan.
- Metode untuk menganalisis pekerjaan

Membuat dasar-dasar pokok yang menunjang dalam pembentukan sistem perawatan:

1. Jadwal kegiatan perawatan untuk semua fasilitas pabrik.
2. Jadwal kegiatan perawatan lengkap untuk masing- masing tugas yang harus dilakukan pada tiap bagian.
3. Program yang menunjukkan kapan tiap tugas harus dilakukan.
4. Metode yang menjamin program perawatan dapat berhasil.
5. Metode pencatatan hasil dan penilaian keberhasilan program perawatan.

Menentukan faktor-faktor Yang Diperhatikan Dalam Perencanaan Pekerjaan Perawatan

- a. Ruang lingkup pekerjaan.
Untuk tindakan yang tepat, pekerjaan yang dilakukan perlu diberi petunjuk atau pengarahan yang lengkap dan jelas. Pengadaan gambar-gambar atau skema dapat membantu dalam melakukan pekerjaan.
- b. Lokasi pekerjaan.
Lokasi pekerjaan yang tepat dimana tugas dilakukan, merupakan informasi yang mempercepat pelaksanaan pekerjaan. Penunjukan lokasi akan mudah dengan memberi kode tertentu, misalnya nomor gedung, nomor departemen dan lainnya.
- c. Prioritas pekerjaan.
Prioritas pekerjaan harus dikontrol sehingga pekerjaan dilakukan sesuai dengan urutan yang benar. Jika suatu mesin mempunyai peranan penting, maka perlu memberi mesin tersebut prioritas utama.
- d. Metode yang digunakan.
“Membeli kemudian memasang” sangat berbeda artinya dengan “membuat

kemudian memasang”. Meskipun banyak pekerjaan bisa dilakukan dengan berbagai cara, namun akan lebih baik jika penyelesaian pekerjaan tersebut dilakukan dengan metode yang sesuai dengan keahlian yang dipunyai.

- e. Kebutuhan material.
Apabila ruang lingkup dan metode kerja yang digunakan telah ditentukan, maka biasa diikuti dengan adanya kebutuhan material. Material yang dibutuhkan ini harus selalu tersedia.
- f. Kebutuhan alat perkakas.
Sebaiknya alat yang khusus perlu diberi tanda pengenal agar mudah penyediaannya bila akan digunakan. Kunci momen, dongkrak adalah termasuk alat-alat khusus yang perlu ditentukan kebutuhannya.
- g. Kebutuhan keahlian.
Keahlian yang dimiliki seorang pekerja akan memudahkan dia bekerja.
- h. Kebutuhan tenaga kerja.
Jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan dalam melakukan pekerjaan harus ditentukan untuk setiap jenis keahlian. Hal ini berguna dalam ketetapan pengawasannya.

Membuat Sistem Organisasi Untuk Perencanaan Yang Efektif

Perencanaan yang ditangani oleh staf perawatan adalah untuk mempersiapkan pengawasan terhadap pelaksanaan pekerjaan perawatan. Bagian perencana bertanggung jawab terhadap perencanaan:

- a. Sistem order pekerjaan.
- b. Perencanaan estimasi.
- c. Penjadwalan.
- d. Kontrol jaminan order
- e. Laporan hasil kerja.

Membuat Estimasi Pekerjaan

Perencanaan perawatan diadakan untuk membuat jadwal kerja dan kontrol yang dibutuhkan dalam menetapkan waktu yang diperlukan untuk melakukan kerja. Penilaian waktu kerja dilakukan oleh seorang estimator. Penilaian dengan kualitas tinggi akan dihasilkan dari seorang estimator yang berpengalaman, berpengetahuan dan berkemampuan dalam bidang estimasi.

Kerugian-kerugian dari estimasi yang dibuat oleh pengawas adalah sebagai berikut:

- a. Estimasi tidak tetap dan tidak teliti.
- b. Estimasi sangat bervariasi ketelitiannya bila estimator berbeda-beda.
- c. Metode pembandingnya sulit.
- d. Latihan estimator tidak mudah.
- e. Kebenarannya hampir tidak mungkin.

Suatu metode estimasi yang terarah, disebut sistem data historis, dengan memakai nilai waktu rata-rata berdasarkan pengalaman masa lalu. Namun metode data historis juga mempunyai kelemahan yaitu:

- a. Nilai waktu rata-rata yang direfleksikan dari harga lama tidak seteliti waktu sekarang.
- b. Metode yang berganti-gantisulit membandingkannya.
- c. Pekerjaan yang baru sulit ditaksir.
- d. Kekurangan masa lalu menjadi dasar pada sistem.

Standar waktu kerja bisa ditetapkan pada tiap fungsi perawatan dengan metode- metode yang ada seperti metode "studi mengenai gerak dsb.

Keuntungan-keuntungan Dari Perawatan Yang Direncanakan

Perawatan yang direncanakan dapat menghasilkan keuntungan-keuntungan sebagai berikut:

- a. Kesiapan fasilitas industri lebih besar
 1. Kerusakan-kerusakan yang terjadi pada peralatan bisa berkurang karena
 2. adanya sistem perawatan yang baik dan teratur.
 3. Pelaksanaan perawatan tidak banyak mengganggu kegiatan operasi, sehingga hilangnya waktu operasi menjadi minimum.
 4. Perawatan yang lebih sederhana dan teratur dapat mengurangi kemacetan operasi daripada adanya perawatan khusus yang mahal.
 5. Perlengkapan dan suku cadang yang dibutuhkan lebih mudah terkontrol dan selalu tersedia bilaman diperlukan.
- b. Pelayanan yang sederhana dan teratur, lebih cepat dan murah daripada memperbaiki kerusakan yang terjadi secara tiba-tiba.

- c. Pengelolaan dan pelayanan perawatan yang terencana dapat menjaga kesinambungan hasil industri dengan kualitas dan efisiensi yang tinggi.
- d. Pemanfaatan tenaga kerja lebih besar dan efektif.
 1. Frekuensi pekerjaan perawatan yang direncanakan dapat merata dalam
 2. setahunnya, sehingga penumpukan tugas perawatan akan berkurang.
 3. Tiap jenis pekerjaan perawatan lebih mudah diketahui kemajuannya dan dapat terkontrol secara efektif.
 4. Cara kerja perawatan yang positif dapat mempengaruhi sikap kerja menjadi lebih baik dengan pendekatan yang penuh dedikasi dan tanggung jawab.
- e. Adanya perhatian yang penuh untuk mengelola seluruh sarana dalam melayani program perawatan.

5. Kesimpulan

Hasil penelitian dengan menggunakan identifikasi dan pengamatan terhadap perawatan mesin kapal KPLP 210, menghasilkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Identifikasi awal dan hasil inspeksi, observasi dan preventive maintenance schedule yang dilakukan bahwa potensi tingginya biaya perawatan dapat disebabkan oleh kelalaian dalam kebersihan dan pembersihan pada saringan air, saringan udara, pipa pendingin yang korosi serta saringan bahan bakar.
2. Tindakan yang dapat dilakukan adalah menjalan prosedur perawatan mesin Kapal secara harian, membuat check list dan memonitor pada panel montor kinerja mesin, dan menggunakan check list harian, mingguan, dan 250 jam operasi.
3. Program prioritas perawatan seperti pada pembahasan Bab 4 dinyatakan adanya program perawatan berkala yang tetap merujuk kepada manual maintenance book petunjuk manual pada perawatan mesin kapal

6. Daftar Pustaka

- Corder, A. S. (1996). Teknik Manajemen Pemeliharaan. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Dal, B., Tugwell, P., & Greatbanks, R. (2000). Overall equipment effectiveness as a measure of operational improvement - A practical analysis. *International Journal of Operations & Production Management*.
- Daryus, A. (2007). Manajemen Pemeliharaan Mesin. Jakarta: Universitas Dharma Persada.
- Fotopoulos, C., Kafetzopoulos, D., & Gotzamani, K. (2011). Critical factors for effective implementation of the HACCP system: a Pareto analysis. *British Food Journal*.
- Gazperzs, V. (2007). Organizational Excellence. Jakarta: PT. Gramedia.
- Hansen, R. (2001). Overall equipment effectiveness : a powerfull production / maintenance tool for increased profits. New York: Industrial Press Inc. Ireland, F., & Dale, B. G. (2001). A study of Total Productive Maintenance implementation. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*.
- Jeong, K.-Y., & Phillips, D. T. (2001). Operational efficiency and Effectiveness measurement. *International Journal of Operations & Production Management*.
- Jonsson, P., & Lesshammar, M. (1999). Evaluation and improvement of manufacturing performance systems - the role of OEE. *International Journal of Operations & Production Management*.
- Kennedy, R. 2005. Introduction to TPM and TPM3 (TPM3: an enhanced and expanded Australasian version of 3rd Generation TPM focusing on the entire Supply Chain) [Online].
- Lazim, H. M., & Ramayah, T. (2010). Maintenance strategy in Malaysian manufacturing companies: a Total Productive Maintenance (TPM) approach. *Journal Quality in Maintenance Engineering*.