

IDENTIFIKASI KOMPONEN KRITIS DAN ANALISIS SISTEM PEMELIHARAAN MESIN DI UD GARAM CEMERLANG

Muhammad Falakhudin Al Ayyubi*, Purnawan Adi Wicaksono

Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

Abstrak

UD Garam Cemerlang merupakan perusahaan yang memproduksi garam briket konsumsi. Untuk menghasilkan bentuk dan kepadatan yang konsisten, mesin press garam sering dilakukan pemeliharaan pada waktu kerja, sehingga mengakibatkan terhambatnya proses produksi. Mesin yang sudah tua menjadi salah satu faktor penyebab kerusakan tersebut. Penelitian ini bertujuan mendeteksi critical component pada mesin dengan cara menganalisis sistem perawatan serta memberikan kebijakan pemeliharaannya. Metode analisis sistem perawatan yang digunakan adalah Reability Centered Maintenance (RCM). Hasil dari analisis sistem perawatan menunjukkan bahwa komponen-komponen kritis pada mesin press garam meliputi Belt, Ejector, Spring, dan Crank shaft. Implementasi tindakan proaktif seperti melakukan inspeksi di awal dan akhir jam kerja untuk memastikan bahwa komponen-komponen mesin, terutama yang kritis, berada dalam kondisi baik.

Kata Kunci: RCM, Pemeliharaan, Mesin Press

Abstract

UD Garam Cemerlang is a company that produces consumption salt briquettes. To produce a consistent shape and density, the salt press machine is often maintained during work time, resulting in obstruction of the production process. The old machine is one of the factors causing the damage. This research aims to detect critical components on the machine by analysing the maintenance system and providing maintenance policies. The maintenance system analysis method used is Reability Centered Maintenance (RCM). The results of the maintenance system analysis show that the critical components on the salt press machine include the Belt, Ejector, Spring, and Crank shaft. Implementation of proactive measures such as conducting inspections at the beginning and end of working hours to ensure that machine components, especially critical ones, are in good condition.

Keywords: RCM, Maintenance, Press Machine

1. Pendahuluan

Pada tahun 2021, total kebutuhan garam nasional mencapai 4,6 juta ton. Kebutuhan ini mencakup garam konsumsi (rumah tangga) dan garam industri. Sementara itu, data BPS menunjukkan produksi garam nasional tidak sampai 1,5 juta ton. Jumlah produksi ini belum dapat memenuhi kebutuhan

Indonesia, sehingga pemerintah harus mengimpor garam dari luar negeri. Kondisi ini menjadi tantangan yang dihadapi Indonesia dalam mencapai swasembada garam dan pentingnya peningkatan efisiensi sektor produksi garam domestik.

UD Garam Cemerlang merupakan perusahaan yang memproduksi garam briket konsumsi. Penjualan garam dengan berorientasi pada kepuasan pelanggan merupakan salah satu misi UD Garam Cemerlang. Kepuasan pelanggan dapat diraih dengan menyediakan produk berkualitas dalam waktu yang cepat.

*Penulis Korespondensi

Untuk memenuhi parameter ini, perusahaan harus memiliki mesin yang memiliki kapabilitas dalam mencapai target produksi. Mesin yang memiliki tingkat kandalan tinggi akan membantu perusahaan dalam mencapai target produksi baik secara kualitas maupun kuantitas (Supsomboon & Hongthanapach, 2014).

Garam briket dibentuk dari garam halus yang ditekan menjadi padat oleh mesin press garam. Di UD Garam Cemerlang, sebuah mesin press garam sering dilakukan *maintenance* untuk menghasilkan bentuk dan kepadatan yang konsisten. *Maintenance* adalah kegiatan yang bertujuan untuk memelihara atau menjaga fasilitas pabrik melalui perbaikan, penyesuaian, atau penggantian agar kondisi operasional produksi tetap sesuai dengan rencana (Assauri, 2008). Mesin press yang sudah berumur tua tentunya meninggalkan beberapa kerusakan atau kegagalan mesin, seperti *pitman* yang bergeser membuat hasil cetakan tidak presisi, sehingga perusahaan melakukan pemeliharaan agar sistem press kembali pada kondisi semula. *Corrective maintenance* hampir dilakukan setiap hari selama jam kerja, sehingga menghambat proses produksi.

Berdasarkan kondisi tersebut, dapat disimpulkan bahwa sistem pemeliharaan pada UD Garam Cemerlang tidak efektif dalam mencegah kerusakan mesin terjadi kembali. Ketidakefektifan pemeliharaan disebabkan oleh kesalahan identifikasi komponen-komponen mesin yang kritis. Perusahaan perlu memperbaiki sistem pemeliharaan mesin ini agar tidak mengganggu proses produksi. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi komponen kritis mesin serta menganalisis terkait sistem pemeliharaan mesin press garam untuk dijadikan dasar kebijakan perawatan di UD Garam Cemerlang.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menerapkan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) untuk mengidentifikasi tugas-tugas pemeliharaan pencegahan yang efektif dan efisien sesuai dengan prosedur yang spesifik (Afeby, 2010). Metode *Reliability Centered Maintenance* adalah pendekatan pemeliharaan yang menggabungkan praktik dan strategi dari pemeliharaan preventif, prediktif, dan reaktif untuk memaksimalkan umur pakai dan fungsi yang diperlukan dari suatu komponen (Wahyudi, 2010). Implementasi metode ini diharapkan dapat membantu menentukan

kebutuhan pemeliharaan untuk semua komponen dan melakukan analisis guna memastikan komponen tersebut dapat berfungsi tanpa kehilangan performanya (Marten, 2010). Penggunaan RCM juga dapat meningkatkan keandalan sistem, mengurangi jumlah pemeliharaan preventif dan pemeliharaan korektif yang direncanakan, serta meningkatkan keselamatan (Backlund & Akersten, 2003).

Penerapan metode RCM dilakukan berdasarkan suatu acuan dengan menjawab tujuh pertanyaan mendasar dari metode RCM mengenai aset atau sistem yang dianalisis, yaitu (Moubray, 2001):

- a. Apa fungsi dan hubungannya dengan standar performansi dari suatu aset dalam konteks operasinya saat ini (*system functions*)?
- b. Bagaimana aset tersebut mengalami kegagalan dalam menjalankan fungsinya (*functional failure*)?
- c. Apa saja yang menyebabkan terjadinya kegagalan fungsi aset tersebut (*failure modes*)?
- d. Apa yang terjadi pada setiap kegagalan fungsi yang timbul (*failure effect*)?
- e. Apa saja pengaruh yang ditimbulkan dari kegagalan fungsi tersebut (*failure consequences*)?
- f. Apa yang dapat dilakukan untuk memprediksi atau mencegah setiap kegagalan fungsi tersebut (*proactive task and task interval*)?
- g. Apa yang harus dilakukan apabila tidak ditemukan kegiatan proaktif/pencegahan yang sesuai untuk kegagalan fungsi tersebut (*default action*)?

2.1 Sistem Function and Functional Failure

Tahapan pertama dalam RCM ialah mengidentifikasi sistem. Pengidentifikasian ini akan memberikan batasan-batasan suatu sistem yang akan dianalisis dengan RCM. Pada penelitian ini, identifikasi sistem difokuskan pada sistem pencetakan garam karena sistem ini memiliki pengaruh signifikan terhadap kualitas produk akhir.

Fungsi sistem adalah kinerja yang diharapkan oleh sistem untuk dapat beroperasi. Kegagalan fungsional didefinisikan sebagai ketidakmampuan suatu komponen atau sistem untuk memenuhi standar prestasi (*performance standard*) yang diharapkan. Fungsi sistem dan kegagalan fungsi dari setiap komponen mesin press garam dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Performance specification

| No | Komponen | Fungsi Sistem | Kegagalan Fungsi |
|----|------------------------|--|---|
| 1 | <i>Crank shaft</i> | Memandu posisi/gerakan pukulan agar tetap pada rel-nya | Posisi pukulan yang tidak sesuai dengan rongga <i>dies</i> menggagalkan proses pengompresan |
| 2 | <i>Tablet adjuster</i> | Menyesuaikan posisi pukulan yang lebih rendah untuk memungkinkan hanya jumlah butiran yang dibutuhkan oleh die | Kelebihan/kekurangan muatan garam sehingga tidak sesuai dengan standar ukuran garam |
| 3 | <i>Punchers</i> | Mengompres butiran menjadi tablet sesuai bentuk di dalam cetakan | Butiran garam tidak terkompres secara merata membuat kepadatan garam tidak maksimal |
| 4 | <i>Rongga Dies</i> | Tempat butiran garam dikompresi menjadi tablet | A Bentuk garam setelah dikompres tidak sesuai standar |
| | | | B Endapan garam setelah kompresi akan mengacaukan struktur garam |
| 5 | <i>Hopper</i> | Mensuplai butiran garam sebelum dikompres | Butiran garam tidak dapat masuk ke dalam rongga <i>dies</i> |
| 6 | <i>Fly Wheel</i> | Mengatur kecepatan gerakan <i>crank shaft</i> | Ketidak seimbangan wheel membuat kecepatan putaran tidak konsisten |
| 7 | <i>Belt</i> | Menghubungkan <i>motor</i> dengan <i>fly wheel</i> | <i>Belt</i> putus membuat <i>fly wheel</i> tidak ikut berputar sehingga mesin tidak dapat bergerak |
| 8 | <i>Slide</i> | Meluncurkan <i>punchers</i> agar dapat bergerak ke atas dan ke bawah pada rel (<i>Gib</i>) | Posisi pukulan yang tidak sesuai dengan rongga <i>dies</i> menggagalkan proses pengompresan |
| 9 | <i>Gib</i> | Memposisikan <i>punchers</i> agar tepat jatuh pada rongga <i>dies</i> | Posisi pukulan yang tidak sesuai dengan rongga <i>dies</i> menggagalkan proses pengompresan |
| 10 | <i>Pitman</i> | Mengatur gerakan putaran punch agar dapat bergerak ke atas dan ke bawah | Tekanan <i>punchers</i> kurang/terlalu kuat sehingga bentuk garam briket tidak sesuai standar |
| 11 | <i>Spring</i> | Menarik <i>connecting rod</i> ke posisi semula agar <i>ejector</i> tidak bergerak ke atas ketika terjadi pengkompresan | A <i>Punchers</i> dan <i>ejector</i> saling bertabrakan sehingga tidak terjadi proses pengepressan |
| | | | B Struktur garam briket yang tidak sempurna karena posisi <i>ejector</i> yang tidak tepat ketika pengepressan |
| 12 | <i>Connecting rod</i> | Menghubungkan <i>bottom holding</i> dengan <i>crank shaft</i> agar dapat menggerakkan <i>ejector</i> | <i>Ejector</i> tidak dapat mendorong garam keluar dari rongga <i>dies</i> |
| 13 | <i>Ejector</i> | Mendorong garam briket ke atas setelah terjadi pengkompresan agar garam dapat diambil | A Butiran garam tidak terkompres secara merata membuat kepadatan garam tidak maksimal |
| | | | B Struktur garam briket yang tergerus <i>dies</i> akibat dorongan ke atas tidak stabil |
| 14 | <i>Bottom holding</i> | Menggerakkan <i>ejector</i> setelah mendapat dorongan dari connection rod | Garam briket tidak mau terangkat dari rongga <i>dies</i> |
| 15 | <i>Clutch</i> | Mentransmisikan putaran <i>fly wheel</i> pada crankshaft | Crankshaft tidak ikut berputar sehingga tidak terjadi gerakan pada <i>punchers</i> |
| 16 | <i>Bearing</i> | Mengurangi gesekan pada <i>fly wheel</i> terhadap <i>crank shaft</i> | Membuat getaran pada crankshaft sehingga gerakan pukulan menjadi tidak normal |
| 17 | <i>Motor</i> | Menggerakkan <i>fly wheel</i> hingga <i>punchers</i> dapat menghasilkan gerakan pukulan | A <i>Motor</i> macet sehingga mesin tidak dapat bergerak |
| | | | B Kecepatan putaran <i>motor</i> tidak maksimal membuat mesin bergerak lambat |

2.2 Maintenance Record

Maintenance record adalah dokumentasi yang mencatat semua aktivitas pemeliharaan yang dilakukan pada fasilitas mesin. Catatan ini penting untuk melacak riwayat perbaikan dan perawatan aset tersebut. Terdapat beberapa tindakan *corrective maintenance* yang menyebabkan produksi terambat selama 3 bulan dari bulan februari hingga april pada Tabel 2.

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa komponen puncher dan rongga *dies* memiliki presentase *corrective* yang tinggi karena setiap hari hampir dilakukan perbaikan. Perbaikan yang dilakukan pada puncher dan rongga *dies* memakan waktu yang sedikit karena hanya dilakukan pembersihan untuk menghilangkan sisa-sisa endapan yang mengganggu proses pencetakan.

Tabel 2. *Maintenance Record*

| No | Penyebab <i>corrective maintenance</i> | Tindakan perbaikan | Komponen | Frekuensi | Rata” Waktu Perbaikan |
|----|---|---|---|-------------|-----------------------|
| 1 | Hasil cetakan garam tidak presisi | Memperbaiki komponen <i>pitman</i> yang bergeser | <i>Pitman</i> | 34 | 25 menit |
| 2 | Mesin tidak berfungsi karena <i>belt</i> putus | Mengganti <i>belt</i> atau mengikat <i>belt</i> yang sudah putus dan memasngnya | <i>Belt</i> | 2 | 40 menit |
| 3 | Mesin tidak bisa mengeluarkan garam setelah dicetak | Melakukan pengecekan pada <i>ejector</i> , holder | <i>Ejector</i> dan bottom holder | 9 | 30 menit |
| 4 | Ejektor macet dan menutupi rongga <i>dies</i> | Perbaikan pada pemasangan <i>spring</i> dan <i>connecting rod</i> | <i>Spring</i> dan <i>connecting rod</i> | 1 | 2 jam |
| 5 | Cetakan garam kurang padat karena rongga <i>dies</i> tertutup endapan garam | Pembersihan rongga <i>dies</i> dan <i>punchers</i> | <i>Punchers</i> , rongga <i>dies</i> | Setiap hari | 5 menit |

2.3 Failure Mode and Effect Analysis

Dari data kerusakan, selanjutnya dilanjutkan dengan menentukan kegagalan fungsi, modus kegagalan, dan efek kegagalan fungsi dari tiap-tiap komponen. Analisis menggunakan FMEA untuk menjelaskan fungsi komponen didefinisikan sebagai kemampuan yang dapat dilakukan oleh suatu komponen untuk memenuhi standar kinerja yang diharapkan. Mode kegagalan didefinisiakn

sebagai kejadian-kejadian yang mempunyai kemungkinan besar untuk menyebabkan kegagalan fungsi. Efek kegagalan didefinisikan sebagai dampak dari *failure* yang terjadi (Ookalkar et al., 2009),. Analisis FMEA dapat dilihat pada Tabel 3. Dari masing-masing jenis kegagalan didapatkan nilai RPN tertinggi yaitu 210 pada jenis kegagalan terdapat sisa endapan garam pada rongga *dies*.

Tabel 3. Analisis FMEA

| Mode Kegagalan | Jenis Kegagalan | Akibat Kegagalan | Potensi Penyebab Kegagalan | S | O | D | RPN |
|----------------|------------------------|---|---|---|---|---|------|
| Pencetakan | <i>Pitman</i> bergeser | Gerakan puncher bergeser sehingga hasil cetakan garam tidak presisi | Pemasangan baut yang kendor pada <i>pitman</i> | 6 | 7 | 3 | 126 |
| | | | Adanya getaran mesin secara terus menerus sehingga menggeser posisi <i>pitman</i> | 5 | 4 | 7 | 140* |
| | | | Putaran crankshaft yang mulai goyang | 9 | 3 | 5 | 135 |
| | <i>Belt</i> putus | Fly whieel tidak ikut berputar sehingga mesin tidak dapat bergerak | Kesalahan peamasangan dimana <i>belt</i> terlalu tegang | 5 | 5 | 7 | 175 |
| | | | Masa penggunaan dan beban kerja <i>belt</i> yang melebihi batas | 5 | 4 | 9 | 180* |

Tabel 3. Analisis FMEA (Lanjutan)

| Mode Kegagalan | Jenis Kegagalan | Akibat Kegagalan | Potensi Penyebab Kegagalan | S | O | D | RPN |
|----------------|---|--|--|---|---|---|------|
| Pencetakan | <i>Spring</i> tidak dapat menarik <i>connecting rod</i> | <i>Ejector</i> macet dan menutupi rongga <i>dies</i> | Kondisi <i>spring</i> yang sudah usang | 4 | 5 | 9 | 180* |
| | | | Beban <i>connecting rod</i> yang terlalu tinggi | 2 | 1 | 7 | 14 |
| | | | Posisi <i>connecting rod</i> yang tidak sejajar dengan <i>spring</i> | 8 | 7 | 3 | 168 |
| | Terdapat sisa endapan garam pada rongga <i>dies</i> | Hasil cetakan garam kurang padat | Kondisi garam yang belum kering/ kadar air tinggi sehingga sulit untuk dicetak dan menghasilkan sisa endapan | 6 | 7 | 5 | 210* |
| | | | Pemasangan baut yang kendur pada bottom holder | 6 | 4 | 3 | 72 |
| | <i>Ejector</i> tidak berfungsi | Hasil cetakan garam tidak dapat keluar dari rongga <i>dies</i> | Tekanan puncher yang terlalu kuat membuat <i>ejector</i> tenggelam/ bergeser | 7 | 2 | 7 | 98 |
| | | | Timing putaran <i>crank shaft</i> tidak tepat sehingga <i>ejector</i> tidak bergerak ketika puncher naik | 9 | 2 | 9 | 162* |

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil FMEA terdapat beberapa kategori mode kegagalan yang ada pada mesin press garam. Menurut Mufarikhah (2016), terdapat empat kategori mode kegagalan, yaitu *safety problem*, *outage problem*, *economic problem*, dan *hidden failure*. Dua jenis kegagalan yang termasuk ke dalam *economic problem* yaitu terjadinya endapan garam pada rongga *dies* dan *pitman* bergeser. Jenis kegagalan tersebut hanya menyebabkan kerugian ekonomi yang relatif kecil untuk perbaikan. Kemudian terdapat dua jenis kegagalan yang termasuk ke dalam *outage problem* yaitu *belt* putus dan *spring* tidak dapat menarik *connecting rod*. Jenis kegagalan tersebut mempunyai konsekuensi terhadap operasional pabrik yang dapat menyebabkan kerugian ekonomi secara signifikan. Sedangkan

untuk jenis kegagalan *ejector* tidak berfungsi termasuk dalam *hidden failure* yang sulit dideteksi terjadinya kegagalan.

Setiap kegagalan yang terjadi dapat dikategorikan ke dalam salah satu dari keempat severity class (Nurdini, 2016). Tabel 4 menunjukkan *severity class* untuk mengkategorikan tingkat keparahan atau dampak dari suatu masalah, kejadian, atau kegagalan. Berdasarkan kriteria tersebut, maka yang termasuk ke dalam *critical failure* yaitu *belt* putus, *ejector* tidak berfungsi, *spring* tidak dapat menarik *connecting rod*. Sedangkan yang termasuk ke dalam *degrade failure* yaitu *pitman* bergeser dan terdapat sisa endapan garam pada rongga *dies*. Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan bahwa *critical* komponen pada mesin cetak garam yaitu *belt*, *ejector*, *spring*, dan *crank shaft*.

Tabel 4. Severity Class

| Severity Class | Deskripsi |
|--------------------------|--|
| <i>Critical Failure</i> | Kegagalan yang menyebabkan kerugian langsung dan menyeluruh terhadap kemampuan alat dalam menghasilkan <i>output</i> |
| <i>Degraded Failure</i> | Kegagalan yang tidak bersifat kritis, tetapi dapat menghambat kinerja alat dalam menghasilkan <i>output</i> dalam beberapa kondisi. Jenis kegagalan ini biasanya terjadi secara bertahap dan lambat laun dapat meningkat menjadi kegagalan kritis. |
| <i>Incipient Failure</i> | Jenis kegagalan ini tidak langsung mempengaruhi kinerja alat dalam menghasilkan <i>output</i> , namun jika dibiarkan terus-menerus dapat menyebabkan kegagalan yang menurun atau bahkan kegagalan kritis di masa mendatang. |
| <i>Unknwon</i> | Pada tipe kegagalan ini, tidak ada rekaman tingkat keparahan atau dengan kata lain kegagalan tidak dapat terdeteksi |

Berdasarkan hasil analisis terhadap critical component dan mode kegagalan, terdapat beberapa kebijakan pemeliharaan mesin press garam:

1. Melakukan inspeksi di awal dan di akhir jam kerja untuk mengecek komponen-komponen mesin terutama critical component dalam kondisi yang baik.
2. Melakukan perawatan mesin di setiap awal bulan dengan cara membersihkan, mengkalibrasi, dan memberikan pelumas. Dengan begitu mesin dapat bergerak lebih halus dan komponen tidak sering bergeser.
3. Mempersiapkan *belt* cadangan di gudang guna meminimalisir waktu perbaikan mesin di saat *belt* secara tiba-tiba putus.
4. Melakukan penggantian *belt* mesin secara rutin minimal 6 bulan sekali
5. Untuk mencegah terjadinya kegagalan pada *ejector* dan *pitman* hendaknya dilakukan inspeksi khusus pada crankshaft setiap minggu.
6. Melakukan penggantian komponen *spring* karena sudah usang dan tidak layak pakai.
7. Untuk mencegah adanya endapan pada rongga *dies*, garam yang ingin dicetak haruslah dalam kondisi yang benar benar kering. Karena itu perlu dilakukan proses pengeringan yang lebih lama dan hendaknya dilakukan pengelolaan bahan baku yang baik agar garam yang masih basah terpisah dengan garam yang sudah kering.

Selain itu terdapat *default action*, yaitu suatu tindakan yang dilakukan jika kondisi sudah berada dalam *failed scale*, dan dipilih ketika tindakan proactive task yang efektif tidak mungkin dapat dilakukan. *Default action* yang dapat dilakukan oleh perusahaan antara lain adalah

1. Kegiatan pengecekan secara periodik terhadap fungsi-fungsi yang tersembunyi untuk mengetahui apakah komponen mesin press telah mengalami kegagalan fungsi.
2. Membuat suatu perubahan yaitu modifikasi terhadap perangkat keras mesin press dan juga perubahan prosedur penggunaan untuk mengembalikan kondisi mesin press kembali seperti semula.

4. Kesimpulan

Kesimpulan dari analisis sistem perawatan menggunakan metode Reliability-Centered Maintenance (RCM) pada Garam Cemerlang menunjukkan bahwa komponen-komponen kritis pada mesin press garam meliputi *Belt*, *Ejector*, *Spring*, dan *Crank shaft*. Untuk mengurangi tingkat pemeliharaan korektif, diperlukan tindakan proaktif seperti melakukan inspeksi di awal dan akhir jam kerja untuk memastikan bahwa komponen-komponen mesin, terutama yang kritis, berada dalam kondisi baik. Implementasi inspeksi rutin ini akan membantu mendeteksi masalah potensial lebih awal, sehingga dapat dilakukan tindakan pencegahan yang efektif sebelum terjadi kerusakan yang lebih serius.

5. Daftar Pustaka

- Afey, I. H. (2010). *Reliability-Centered Maintenance Methodology and Application: A Case Study. Engineering*, 02(11).
- Assauri, Sofyan. (2008). Edisi Revisi. Manajemen Produksi dan Operasi. Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia
- Backlund, F., & Akersten, P. A. (2003). *RCM introduction: Process and requirements management aspects. Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 9(3).
- Marten, Felix. (2010). *Reliability Centered Maintenance: A Case Study of Railway Transit Maintenance to Achive Optimal Performance. Proceeding of Mineta Transportation Institute. San Jose: MTI.*
- Moubray, John. (2001). RCM II Reliability-Centred Maintenance. *Industrial Press Inc.*
- Mufarikhah, Nurlaily. (2016). Studi Implementasi RCM untuk Peningkatan produktivitas Dok Apung. Surabaya: ITS

- Nurdini, Mugi. (2016). Implementasi *Reliability Centered Maintenance (RCM)* pada Sistem Methana di PT Petrokimia Gresik Pabrik 1 Aminiak. Surabaya: ITS
- Ookalkar, A.D, Joshi, Anil and Ookalkar, Dhananjay. (2009). *Quality Improvement in Haemodialysis Process Using FMEA. International Journal of Quality & Reliability Management.*
- Supsomboon, S., & Hongthanapach, K. (2014). *A simulation model for machine efficiency improvement using reliability centered maintenance: Case study of semiconductor factory. Modelling and Simulation in Engineering, 2014.*
- Wahyudi, Didik. (2010). Analisis Perawatan Unit Pembangkitan Gresik Unit III dengan Metode *Reliability Centered Maintenance*. Seminar Nasional VI, SDM Teknologi Nuklir. Yogyakarta