

**PERENCANAAN KEGIATAN MAINTENANCE PADA SISTEM PIPE MAKING LINE
DENGAN PENDEKATAN RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE II
(STUDI KASUS PT INDONESIA STEEL TUBE WORKS SEMARANG)**

Dyah Ika Rinawati^{*)}, Bambang Purwanggono, Eko Lisysantaka

Program Studi Teknik Industri Universitas Diponegoro

Kampus Undip Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

Telp/ Fax : 024-7460052

^{*)}Email: dyah.ika@gmail.com

Abstrak

Pada perusahaan mass production, terjadinya breakdown mesin dapat menimbulkan kerugian bagi perusahaan karena adanya kehilangan kapasitas. Oleh karena itu perlu dilakukan maintenance guna menurunkan frekuensi breakdown maupun tingkat keparahannya. PT Indonesia Steel Tube Works (PT ISTW) telah menerapkan maintenance baik secara preventive maupun corrective. Namun hingga saat ini PT ISTW belum bisa mencapai target breakdown sebesar 0,5%. Lini yang memiliki tingkat breakdown yang tertinggi di PT ISTW adalah Pipe Making Line. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan rencana kegiatan maintenance guna menjamin keandalan sistem pada Pipe Making Line berdasarkan modus-modus kegagalan mesin dan konsekuensinya. Metode yang digunakan adalah Reliability Centered Maintenance (RCM) II, dimana penilaian dilakukan secara kuantitatif dan kualitatif. Data yang dikumpulkan antara lain modus dan efek kegagalan yang diperoleh dari hasil wawancara serta manual vendor mesin, maintenance activity report dan machine history record yang merupakan data sekunder. Hasil dari penelitian ini adalah perencanaan kegiatan maintenance untuk modus-modus kegagalan yang terdiri dari scheduled discard task, on condition task, no-scheduled maintenance dan usulan redesign.

Kata kunci: Maintenance, Reliability Centered Maintenance (RCM)

PENDAHULUAN

Mesin akan mengalami penurunan tingkat keandalan (*reliability*) apabila digunakan secara terus menerus. Keandalan merupakan peluang suatu unit atau sistem berfungsi normal jika digunakan menurut kondisi operasi tertentu untuk periode waktu tertentu. (Dhillon, 2007) Meskipun demikian, tingkat keandalan dapat dijaga dan masa pakai mesin dapat diperpanjang dengan melakukan penjadwalan *maintenance* mesin dengan baik. (Cahyono, 2005). Kegiatan *maintenance* pada dasarnya terbagi menjadi dua kategori, yaitu *preventive maintenance* dan *corrective maintenance*. Pemilihan kegiatan *maintenance* tersebut didasari atas sifat dari kerusakan pada peralatan, apakah bersifat terprediksi atau tidak terprediksi.

Preventive maintenance merupakan kegiatan pemeriksaan dan pengamatan secara berkala terhadap performansi sistem dan telah direncanakan terlebih dahulu dalam jangka waktu tertentu untuk memperpanjang kemampuan berfungsinya suatu peralatan. *Preventive maintenance* terbagi dalam empat kategori yaitu *time directed maintenance*, *condition based maintenance*, *failure finding* dan *run to failure (no schedule maintenance)*. Sedangkan *corrective maintenance* merupakan kegiatan *maintenance* yang dilakukan setelah terjadinya kerusakan atau sistem tidak dapat berfungsi dengan baik. Tindakan yang dapat diambil adalah berupa penggantian komponen (*corrective replacement*), perbaikan kecil (*repair*), dan perbaikan besar (*overhaul*). (Priyanta, 2005)

PT. Indonesia Steel Tube Works Semarang (PT. ISTW) adalah sebuah industri manufaktur yang bergerak dalam sektor industri pipa baja dengan produknya berupa *black pipe*, *galvanized pipe*, dan *mechanical tube*. Sistem produksi pipa baja PT. ISTW dikelompokkan menjadi lima sistem berdasarkan fungsi pada proses produksinya, yaitu *Slitter Line*, *Pipe Making Line*, *Galvanizing Line*, *Recutting Line*, dan *Packaging Line*. Dari kelima sistem tersebut, *Pipe Making Line* merupakan sistem yang memiliki kontribusi terhadap terjadinya *breakdown*. Dilihat dari rekaman pada dua tahun terakhir, pada tahun 2009 persentase *breakdown* sebesar 0,69% dan tahun 2010 persentase *breakdown* sebesar 0,51%. Besarnya persentase *breakdown* yang masih belum

sesuai target ini yakni sebesar 0,5 % disebabkan karena level keandalan dari sistem yang masih rendah, sehingga terjadi *breakdown* ditengah-tengah waktu produksi.

Oleh karena itu diperlukan usaha untuk menjamin ekspektasi dan menjaga keandalan sistem *Pipe Making Line (sub-sistem Mill)* dalam menjalankan fungsinya. Metode yang digunakan adalah *Reliability Centered Maintenance (RCM) II*. Didalam RCM II juga terdapat fitur-fitur yang membantu untuk merancang kegiatan perawatan dengan memperhatikan efek kegagalan yang terjadi, selain terhadap kegiatan operasional, namun juga terhadap keselamatan pekerja dan terhadap lingkungan sekitar. Hal ini sejalan dengan tujuan organisasi PT.ISTW yang juga menerapkan ISO 14001 dan mempunyai target tinggi terhadap keselamatan kerja para karyawannya, yaitu 1500 hari tanpa kecelakaan kerja. Sehingga dengan penerapan metode ini, diharapkan akan terancang sistem yang handal dan aman.

METODOLOGI

Metode RCM II terdiri atas tujuh tahapan yaitu (Moubray, 2000):

1. Pemilihan Sistem dan Pengumpulan Informasi
2. Definisi Batasan Sistem
3. Deskripsi Sistem dan Function Block Diagram.
4. Penentuan Fungsi dan Kerusakan Fungsional
5. *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*
6. *Logic Tree Analysis (LTA)*
7. *RCM task selection*

Adapun penjelasan masing-masing tahapan diuraikan sebagai berikut. Langkah awal sebelum dilakukannya proses RCM II adalah penentuan sistem dan pengumpulan data berupa *history* kerusakan mesin, data *flow* proses, *mechanical catalog* yang dapat membantu untuk mengetahui jenis *part* dan sistem kerja peralatan secara jelas. Selanjutnya proses pendefinisian batasan sistem, yaitu berupa penentuan input dan output dari masing-masing asset dalam sistem. Proses ini sangatlah penting dan harus di definisikan secara jelas, agar fokus pengetahuan dan pemikiran analis memiliki gambaran yang utuh dalam melakukan identifikasi dan mendefinisikan fungsi dari sistem secara lengkap. Kemudian pembuatan *Aset Block Diagram (ABD)* dan *Function Block Diagram (FBD)*, tahap ini merupakan representasi pada level teratas dari penentuan fungsi utama suatu sistem, Dengan teridentifikasinya *In/Out interface* pada *Function Block Diagram*, maka akan dapat memberikan gambaran lengkap dari fungsi sistem.

Setelah seluruh informasi sistem *pipe making line (mill 2)* sudah tersusun dan terdefinisi dengan jelas, maka selanjutnya dilakukan proses *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*, untuk mengidentifikasi modus-modus kegagalan dalam sistem hingga kemudian dapat dijelaskan efek dari setiap kegagalan tersebut. Efek yang digambarkan dengan jelas dan luas akan membantu memudahkan dalam menentukan konsekuensi dari masing-masing modus kegagalan. Dari proses FMEA dapat dikuantitatifkan sebuah nilai *Risk Priority Number (RPN)* yaitu dengan mengalikan nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Nilai RPN dapat digunakan untuk menentukan tingkat kritis dari sebuah modus, nilai tersebut dapat dijadikan tambahan pertimbangan dalam menentukan *maintenance task* yang paling sesuai.

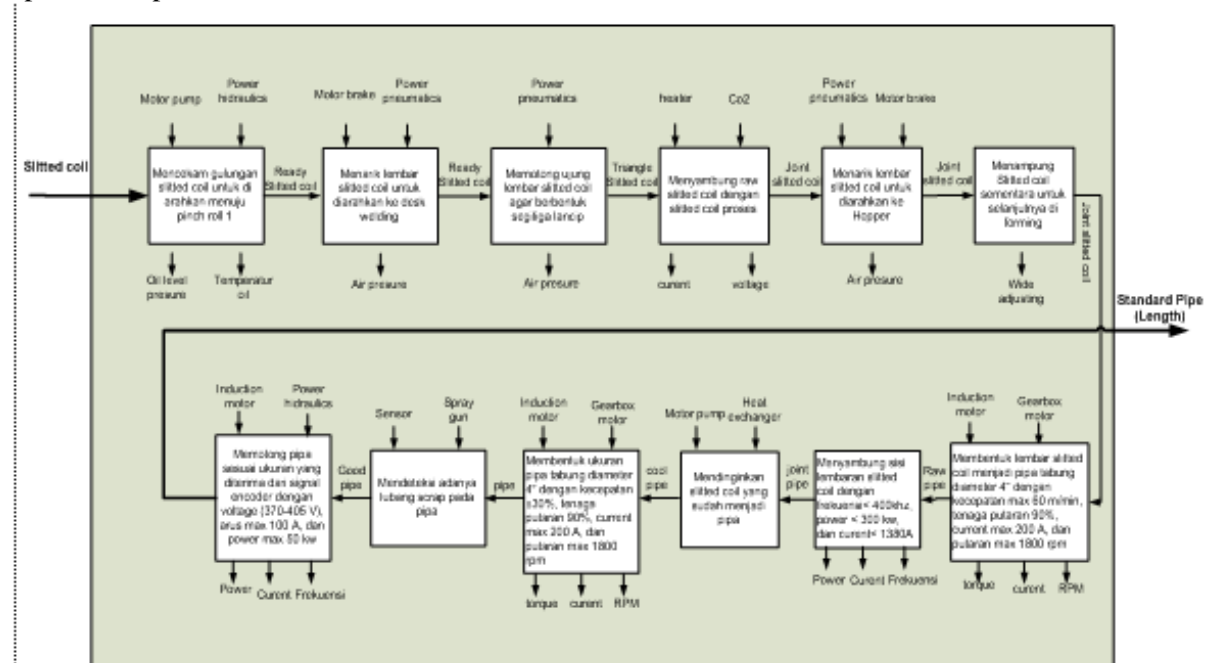
Selanjutnya yaitu proses penentuan *maintenance task* dengan analisis konsekuensi kegagalan berdasarkan *Logic Tree Analysis*. Keputusan *maintenance* dengan RCM II dibagi menjadi *proactive task* dan *default action*. Langkah *proactive task* yaitu terdiri dari *on condition task* berupa pemantauan secara berkala dengan analisis interval menggunakan *potential failure (PF)*, kemudian *schedule restoration task* berupa perbaikan secara berkala, dan *schedule discard task* yaitu penggantian secara berkala. Keduanya dilakukan tanpa melihat kondisi mesin atau komponen saat itu, interval perawatannya dapat ditentukan dengan mendefinisikan *potential of failure (PF)* yaitu dengan analisis kehandalan berdasarkan data *history* kerusakan mesin.

Untuk dapat mendefinisikan waktu *potential of failure*, maka diperlukan data history yang cukup untuk mengetahui pola distribusi kerusakan dari sebuah modus kegagalan. Uji distribusi dilakukan terhadap waktu antar kerusakan (TTF) dan waktu lama perbaikan (TTR) yang ada pada *history card* komponen mesin produksi dengan bantuan *software Weibull ++ version 7.0*. Setelah didapatkan pola distribusinya, maka dapat ditentukan waktu interval *potential of failure* atau biasa disebut *mean time to failure (MTTF)*. Kemudian dengan parameter-parameter biaya repair (Cr),

biaya *maintenance* (C_m) dan *mean time to repair* (MTTR) dapat ditentukan interval waktu *maintenance* yang optimal (T_M) dengan meninjau dari segi minimasi biaya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penjelasan singkat tentang proses kerja pada sistem *pipe making line* (*mill 2*) yang digambarkan *Functional Block Diagram* (FBD) pada gambar 1. Kemudian proses FMEA dirunut dengan mendefinisikan fungsi utama dan fungsi sekunder dari seluruh peralatan yang terlibat dalam sistem tersebut begitupun kegagalan fungsinya, hingga akhirnya hasil identifikasi terdapat 14 fungsi dan 19 kegagalan fungsi dengan 36 bentuk modus kegagalan baik yang sudah pernah terjadi maupun mempunyai potensi dapat terjadi. Dari hasil penghitungan nilai RPN didapatkan sebuah modus yang keluar dari nilai batas toleransi kritis yaitu modus *oil seal pompa hydraulic un-coil* bocor dengan nilai RPN sebesar 32 dan memiliki konsekuensi terhadap keselamatan. Modus lain yang memiliki nilai RPN cukup tinggi dengan 24 poin adalah modus *bearing main shaft saw blade cutting* rusak dan *chain cutting* kendur, kedua modus ini memiliki konsekuensi terhadap kondisi operasional pabrik.



Gambar 1. Functional Block Diagram Sistem Pipe Making Line

RCM II *decision worksheet* digunakan untuk menentukan dampak atau konsekuensi yang akan timbul jika kerusakan terjadi, dan tindakan *proactive maintenance* untuk mencegah atau meminimalisir dampak yang timbul ketika kerusakan terjadi. Untuk menentukan *concequence* dan *proactive task* pada setiap komponen dengan *failure mode* yang berbeda, maka digunakan *decision diagram* yang merupakan diagram dalam RCM II untuk menentukan *concequence* dan *proactive task* yang akan diberikan. Tabel 1 menunjukkan perencanaan kegiatan *maintenance* untuk sistem *pipe making line* (*Mill 2*).

Tabel 1. Rencana Kegiatan Maintenance Sistem Pipe Making Line (Mill 2)

Modus Kegagalan	Rencana Kegiatan Maintenance	Initial interval
Pin <i>chuck</i> patah uncoil	Do the on-condition task : Check diameter pin <i>chuck</i> (80mm)	1 bulan
Motor hydraulic pump uncoil terbakar	Do the on-condition task : Check pressure (5-7Mpa), panas, dan suara	1 hari
Coil piston shaft solenoid valve uncoil terbakar	Do the on-condition task : Check level temperatur oli (400 C)	1 minggu

<i>Modus Kegagalan</i>	<i>Rencana Kegiatan Maintenance</i>	<i>Initial interval</i>
Oil seal pompa hidrolik uncoil bocor	Usulan Redesign : Sistem Pengaman Pencekam	-
Pin chuck un-coil longgar	Do the on-condition task : Check diameter pin chuck (80mm)	1 bulan
Brake pinch roll 1 stuck	No Scheduled Maintenance : Usulan penambahan SOP untuk operator sebelum bekerja hendaknya memeriksa instalasi listrik stasiunnya masing-masing	-
Contactork listrik pinch roll 1 putus	Do the on-condition task : Check instalasi listrik	1 minggu
Shaft pneumatic solenoid valve macet	Do the on-condition task : Check oiler	1 minggu
Shaft pneumatic solenoid valve aus	Do the on-condition task : Check pressure (5-7Mpa)	1 minggu
Silinder pinch roll tidak bekerja	No Scheduled Maintenance : Operator segera melapor ke bagian maintenance bila mendengar noise akibat kebocoran line piping.	-
Coil piston hydrolic cylinder terbakar	Do the on-condition task : Check temperatur oli (40°C)	1 minggu
Nozle kotor	No Scheduled Maintenance : Usulan SOP untuk pembersihan ujung nozle setiap kali selesai digunakan oleh operator	-
Operator kurang terampil	No Scheduled Maintenance : (Usulan pembuatan SOP kerja grinding)	-
Motor gear box trip	Do the on-condition task (check oiler)	1 minggu
Air cylinder tidak bekerja	No Scheduled Maintenance : Operator segera melapor ke bagian maintenance bila mendengar noise akibat kebocoran line piping.	-
Shaft pneumatic valve solenoid macet	Do the on-condition task : Check oiler	1 minggu
Resistor putus	No Scheduled Maintenance : Usulan pembuatan SOP dalam pengaturan speed kepada operator	-
Shaft pneumatic solenoid aus	Do the on-condition task : Check pressure (5-7Mpa)	1 minggu
First gear pada gear box patah	Do the on-condition task : Check gear box oil circulation (pressure oil 2-3 Kg/cm ²)	1 minggu
Induction motor terbakar	Do the on-condition task : Check current (400 A)	1 minggu
Work coil kotor	No Scheduled Maintenance : Usulan SOP (Sebelum melakukan pemasangan work coil, operator harus memastikan keadaan work coil dalam kondisi bersih dan baik)	-
Insulating work coil terkelupas	No Scheduled Maintenance : Usulan SOP (Sebelum melakukan pemasangan work coil, operator harus memastikan keadaan work coil dalam kondisi bersih dan baik)	-
Impeder rusak	No Scheduled Maintenance : Usulan SOP (Sebelum melakukan pemasangan impeder, operator harus memastikan keadaan impeder dalam kondisi baik dan sesuai ukuran)	-
Heat exchanger kotor	Do the on-condition task : Check water pressure (4,5 kg/Cm), Pembersihan heat exchanger / flushing	1 bulan
Water pump terbakar	Do the on-condition task : Check water temperature (40°C)	1 minggu
Induction motor terbakar	Do the on-condition task : Check current (400 A)	1 minggu

<i>Modus Kegagalan</i>	<i>Rencana Kegiatan Maintenance</i>	<i>Initial interval</i>
First gearbox patah	Do the on-condition task : Check gear box oil circulation (pressure oil 2-3 Kg/cm ²)	1 minggu
Setting adjuster dan balance tidak sesuai	No Scheduled Maintenance : (Usulan pembuatan SOP setting adjuster dan balance untuk operator)	-
Spray gun buntu	No Scheduled Maintenance : Sebelum proses operator hendaknya mengecek ujung gun terlebih dahulu	-
Unit rangkaian elektronik terbakar	Do the on-condition task : Check instalasi listrik	1 minggu
Motor encoder rusak	Do the on-condition task : Check cutter panel (voltage 370-405)	1 minggu
Motor hydraulic pump terbakar	Do the on-condition task : Check pressure (5-7Mpa), panas, dan suara	1 hari
Coil piston shaft solenoid valve terbakar	Do the on-condition task : Check level temperatur oli (40°C)	1 minggu
V-belt rusak	No Scheduled Maintenance : Usulan untuk mencatat identifikasi Potential Failure V-belt	-
Ball bearing main shaft rusak	Do the scheduled discard task : Penggantian bearing 6312	46 hari
Chain cutting kendur	Do the scheduled discard task : Penggantian chain cutting R-S 80	108 hari

Penentuan interval pada *proposed on condition task* dapat ditentukan dengan mendefinisikan dan analisis *potential failure* (PF) secara jelas, semakin detail analisis PF maka akan semakin teliti tingkat intervalnya, initial interval yang digunakan didapatkan dengan menghitung $\frac{1}{2}$ dari interval PF. Untuk modus *oil seal hydraulic pump* bocor masih belum dapat dipastikan secara tepat kondisi *potential failure*-nya, sehingga terlalu beresiko apabila dilakukan *on-condition task*. Maka pada modus ini diusulkan untuk dilakukan *redesign* menilik dari konsekuensinya terhadap keselamatan pekerja dengan nilai RPN 32. Usulan *redesign* yaitu dengan memberikan alat pengaman berupa alat mekanis tambahan dengan sensor waktu yang secara otomatis akan memberikan tekanan setiap 15 detik sekali kepada *hydraulic pump*, agar cekaman yang melonggar segera kembali diberikan tekanan secara otomatis hingga dapat mencekam *slitted coil* kembali.

Untuk modus ball bearing main shaft rusak dan chain cutting kendur diberikan usulan kegiatan *maintenance* dengan *scheduled discard task* karena waktu *potential failure* yang cukup cepat. Namun dengan data *history* yang cukup dapat ditentukan nilai *probability of failure*-nya. Pola distribusi kegagalan dari kedua modus tersebut adalah weibull dengan 3 parameter. Nilai parameter beta komponen *ball bearing* 6312 ($\beta > 1$) yaitu sebesar 1,9506. Hal ini berarti bahwa komponen tersebut termasuk dalam IFR (*Increasing Failure Rate*), yaitu komponen yang fungsi kerusakannya akan meningkat seiring bertambahnya umur komponen. Sedangkan nilai parameter beta *Chain Cutting* RS-80 ($\beta < 1$) yaitu sebesar 0,927 sehingga kerusakan komponen termasuk kedalam komponen DFR (*Decreasing Failure Rate*) yang berarti fungsi kerusakannya (*failure rate*) menurun dengan semakin lamanya komponen tersebut dipakai. Dari nilai tersebut dapat dijadikan dasar penentuan interval penggantian sebelum akhirnya terjadi kegagalan. Berikut ini adalah hasil perhitungan nilai *reliability* dan *probability of failure* waktu T_M (interval penggantian optimal) dibandingkan nilai MTTF (*mean time to failure*). (tabel 2.)

Tabel 2. Perbandingan Nilai Reliability T_M dan MTTF Bearing 6312 dan chain cutting RS-80

Modus	Parameter	Nilai	Reliability	Probability of Failure
Bearing 6312	T_M^*	1120 jam	0,97	0,03
	MTTF	4912 jam	0,45	0,55
Chain cutting RS-80	T_M^*	2611 jam	0,82	0,18
	MTTF	6309 jam	0,35	0,65

Perbandingan biaya antara maintenance dengan *preventive maintenance* menggunakan TM dengan *corrective maintenance* diberikan pada tabel 3. Berikut.

Tabel 3. Perbandingan Ekspektasi biaya maintenance menggunakan interval penggantian/ TM dengan biaya corrective maintenance.

Komponen	Biaya penerapan interval penggantian ($T_{c(1120)}$)	Biaya <i>corrective maintenance</i> (CR)
Bearing 6312	Rp. 1.110.569,6	Rp. 21.811.657 / breakdown
chain cutting RS-80	Rp. 3.583.806,38	Rp. 18.738.865/ breakdown

Dengan menggunakan waktu *maintenance* optimal (T_M) ini, maka penggantian pada komponen akan menjadi lebih efektif dan efisien sehingga dapat meminimalisir biaya yang dikeluarkan untuk kegiatan *maintenance* dibandingkan dengan secara *corrective*.

KESIMPULAN

1. Terdapat 36 modus kegagalan dalam sistem *pipe making line (mill 2)*. Dari hasil penilaian risiko dengan RPN menunjukkan bahwa komponen kritis yang perlu mendapatkan prioritas adalah kerusakan fungsi (*functional failure*) pada *oil seal pompa hydraulic un-coil* bocor, dengan nilai RPN 32 serta modus *bearing main shaft saw blade cutting* rusak dan *chain cutting* kendur berada pada urutan kedua dan ketiga dengan nilai RPN 24.
2. Kebijakan *maintenance* yang diusulkan untuk menghadapi modus-modus kegagalan didasarkan pada konsekuensi yang dihasilkan, adalah sebagai berikut:
 - a) Kebijakan *scheduled discard task* digunakan untuk menghadapi modus *bearing main shaft saw blade cutting* rusak dan *chain cutting* kendur, karena telah dapat diidentifikasi waktu *probability of failure*-nya, sehingga dapat ditentukan T_M yang optimal.
 - b) Untuk kebijakan *on-condition* digunakan pada modus-modus yang memiliki kondisi PF yang jelas dan teratur, terdapat 21 modus yang menggunakan kebijakan ini.
 - c) Kebijakan *no-scheduled maintenance* diterapkan pada modus-modus yang belum dapat diidentifikasi secara detail dan konsisten kondisi PF-nya, serta untuk modus yang tidak memiliki konsekuensi apapun bila terjadi kegagalan. Terdapat 12 modus yang diterapkan pada kebijakan ini.
 - d) Usulan *redesign* diberikan pada modus *oil seal pompa hydraulic un-coil* bocor karena PF-modus ini susah untuk dideteksi dan berpengaruh terhadap keselamatan kerja operator.
3. Dalam penentuan interval untuk *maintenance task* jenis *on condition*, didasarkan pada *potensial failure* (PF). Untuk *maintenance task* jenis *scheduled discard task* yaitu pada modus *Bearing Main Shaft Saw Blade Cutting Rusak* dan *Chain Cutting Kendur* ditentukan dengan analisis keandalan untuk menentukan waktu *maintenance* optimal dengan mempertimbangkan biaya *maintenance* dan biaya perbaikan, yaitu 1120 jam untuk penggantian komponen *bearing 6312* pada *Shaft Saw Blade* mesin *Cutting* dan 2611 jam untuk penggantian komponen *Chain Cutting RS-80*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami sampaikan terima kasih kepada Program Studi Teknik Industri yang memberikan dukungan kepada penulis untuk mengikuti seminar Seminar Nasional Sains dan Teknologi 3.

DAFTAR PUSTAKA

- B.S, Dhillon, 2007, *Engineering Maintenance: A Modern Approach*, CRC Pres LLC, N.W. Corporate Blvd, Boca Raton, Florida
- B.T, Cahyono, 2005, *Manajemen Produksi*, IPWI, Jakarta
- Moubray, John, 2000, *Reliability Centered Maintenance II second Edition*, Industria Press Inc. New York, New York
- Priyanta, Dwi, 2005, *Introduction to Reliability Centered Maintenance (RCM) Workshop, MAPREC (Maintenance and Production Reliability Conference)*, Jakarta