

Perancangan Sistem Perawatan Mesin Dengan Pendekatan *Reliability Engineering* Dan *Maintenance Value Stream Mapping* (MVSM) Pada PT XXX

Putri Oktalisa P¹, Nazaruddin Matondang², Aulia Ishak²

Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara

Jl. Almamater Kampus USU, Medan 20155

Email: putri.op@gmail.com

Email: @yahoo.com

Email: @yahoo.com

Abstrak. PT XXX adalah perusahaan manufaktur yang bergerak dalam pembuatan pipa PVC. Permasalahan perusahaan yang sering dialami adalah terjadi kerusakan mesin yang tiba-tiba dan tingginya waktu kerusakan mesin (*downtime*) ketika proses produksi berlangsung. Hal-hal tersebut mengakibatkan kelancaran proses produksi menjadi terganggu. Total *downtime* mesin *extruder* mencapai 2.202 jam pada tahun 2011 atau 10,332% yang mengakibatkan *profit loss* sebesar Rp 950.654.600 bagi perusahaan. Metode perawatan yang selama ini berjalan di PT XXX kurang memperhatikan faktor keandalan/*reliability* mesin produksi dan lebih bersifat *corrective maintenance*. Penelitian ini dilakukan untuk merencanakan perawatan mesin-mesin produksi menggunakan metode *Reliability Engineering* dan MVSM (*Maintenance Value Stream Mapping*). Hasil perhitungan interval penggantian komponen dengan kriteria *mean time to failure* (MTTF) menunjukkan bahwa interval pergantian komponen dinamo, *pulley*, *v-belt*, tali *poly*, *gearbox*, *screw press*, *bearing*, poros, dan *bushing* adalah 156 hari, 140 hari, 145 hari, 156 hari, 109 hari, 89 hari, 133 hari, 160 hari, dan 91 hari. Metode perawatan *Reliability Engineering* dan MVSM yang diusulkan berpotensi memberikan dampak positif yaitu penurunan *downtime* komponen menjadi sebesar 58,3 jam/tahun, peningkatan rata-rata *availability* sebesar 5,3142% untuk masing-masing komponen, peningkatan *maintenance efficiency* sebesar 14,92%, dan peningkatan *profit* sebesar 856.698.320 /tahun atau sebesar 90,117%.

Kata kunci: *Preventive Maintenance*, MVSM, *Standard Operating Procedure* (SOP)

Abstract: PT XXX is a manufacturing company engaged in manufacturing of PVC pipe. The problems are often experienced by the company is the occurrence of sudden engine damage and the high time of engine damage (*downtime*) when the production process take places. Those things lead to the fluency of production process becomes disrupted. The total of extruder machine *downtime* that reach 2202 hours in 2011 or 10.332% resulted a loss of Rp 950,654,600 profit for the company. Method of treatment which has been running in PT XXX is less attention to reliability factors of production machines and it is more *corrective maintenance*. This research is done to plan production machinery maintenance by using *Reliability Engineering* and *Maintenance Value Stream Mapping* (MVSM) method. The calculation results of component replacement interval with mean time to failure (MTTF) criteria showed that component replacement interval of dynamo, pulley, v-belt, poly rope, gearbox, screw press, bearing, shaft and bushing was 156 days, 140 days, 145 days, 156 days, 109 days, 89 days, 133 days, 160 days, and 91 days. *Reliability Engineering* and MVSM maintenance method proposed is potentially giving positive impact that are decreasing of component *downtime* amounted to 58.3 hours/year, increasing of average *availability* about 5.3142% for each component, increasing of *maintenance efficiency* about 14.92%, and increasing of profit 856,698,320/year or 90.117%.

Keyword: *Preventive Maintenance*, MVSM, *Standard Operating Procedure* (SOP)

¹ Mahasiswa, Fakultas Teknik Departemen Teknik Industri, Universitas Sumatera Utara

² Dosen Pembimbing, Fakultas Teknik Departemen Teknik Industri, Universitas Sumatera Utara

1. PENDAHULUAN

Pada semua jenis industri khususnya industri manufaktur, kelancaran proses produksi merupakan suatu tuntutan yang harus dipenuhi untuk menjaga kinerja perusahaan. Salah satu hal yang mempengaruhi kelancaran proses produksi adalah kinerja mesin. Mesin merupakan faktor produksi yang sangat berpengaruh dalam proses produksi. Oleh karena itu, perusahaan perlu menerapkan perawatan mesin yang terencana agar mesin dapat beroperasi secara maksimal, mengurangi kerusakan mesin dan meningkatkan efisiensi produksi.

PT XXX adalah perusahaan manufaktur yang bergerak dalam pembuatan pipa. Produk utama perusahaan ini adalah pipa PVC yang digunakan untuk mengolah air minum, kebutuhan *drainase*, kabel telepon dan talang air. Permasalahan yang sering dialami adalah seringnya terjadi kerusakan mesin yang tiba-tiba ketika proses produksi pipa PVC berlangsung. Saat ini sistem yang diterapkan perusahaan dalam melakukan kegiatan *maintenance* adalah dengan melakukan perawatan berkala sekali dalam sebulan, seperti pengecekan oli, pemeriksaan sistem karburator dan pelumasan mesin. Perbaikan mesin atau penggantian komponen mesin hanya dilakukan jika telah terjadi kerusakan, karena sistem perawatan yang diterapkan perusahaan saat ini adalah *corrective maintenance*, yaitu kegiatan perawatan yang dilakukan setelah terjadinya kerusakan atau kelainan fasilitas/ peralatan. Hal ini tentu saja sangat riskan jika tetap diterapkan di PT XXX karena waktu yang diperlukan oleh bagian bengkel untuk memperbaiki mesin cukup lama yaitu sekitar 1-3 hari. Ketersediaan komponen mesin juga menjadi perhatian peneliti karena seringkali mesin tidak dapat langsung diperbaiki karena ketidaktersediaan komponen mesin. Selain itu, perusahaan juga belum memiliki *Standard Operation Procedure* (SOP) perawatan mesin yang jelas, sehingga ketika terjadi kerusakan bagian bengkel memerlukan waktu yang cukup lama untuk mengidentifikasi kerusakan dan memperbaikinya.

Hal ini mengakibatkan perusahaan perlu mengembangkan mempertimbangkan sistem perawatan yang lebih tepat bagi perusahaan seperti *preventive maintenance*. *Preventive maintenance* adalah kegiatan perawatan yang dilakukan secara terjadwal, umumnya secara periodik dengan tujuan untuk meningkatkan performansi fasilitas/ peralatan. Penelitian seperti ini juga pernah dilakukan sebelumnya dengan judul penelitian

'*Developing A Maintenance Value Stream Map*' (Soundararajan, 2007).

MVSM dapat menggambarkan keseluruhan proses dengan lengkap dan sistematis, dalam hal ini keseluruhan aktivitas perawatan. Perusahaan dapat menerapkan MVSM, karena MVSM dapat memvisualisasikan suatu sistem yang merepresentasikan aliran material dan informasi sehingga dapat menghasilkan suatu gambaran umum sebuah proses yang mudah dipahami walaupun saat ini perusahaan belum memiliki departemen perawatan. Selain itu juga dapat memudahkan untuk mengambil keputusan dalam mengeliminasi kegiatan-kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah (*non value added activities*). Penggantian komponen mesin berdasarkan *reliability engineering* diharapkan dapat menghindari kerusakan mesin yang tiba-tiba dan menjaga reliabilitas mesin tetap pada tingkat yang diharapkan dengan menerapkan jadwal penggantian komponen mesin secara berkala.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di PT XXX yang bergerak dalam bidang produksi pipa PVC. Jenis penelitian ini adalah penelitian deskriptif (*descriptive research*), yaitu suatu jenis penelitian yang bertujuan untuk mencandra atau mendeskripsikan secara sistematis, faktual dan akurat tentang fakta-fakta dan sifat-sifat suatu objek atau populasi tertentu (Sinulingga, 2011). Hasil penelitian bertujuan untuk memberikan usulan jadwal penggantian komponen mesin dan mengembangkan *standard operation procedure* (SOP) perawatan mesin serta dapat mengurangi kegiatan-kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah (*non value added activities*).

Objek penelitian yang diamati adalah bagian perawatan mesin yang memproduksi pipa jenis AW AXX yang merupakan produk utama dari PT XXX. Pipa jenis AW AXX merupakan produk utama dari PT XXX yaitu sekitar 60% dari total keseluruhan produksi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

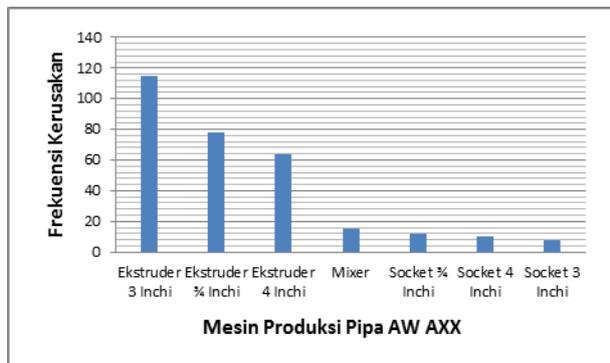
Data kerusakan/kegagalan mesin yang terjadi pada mesin produksi AW AXX di PT XXX dapat dilihat pada Tabel 1. Data historis kerusakan/kegagalan mesin yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari data historis tahun 2007 sampai tahun 2012.

Selanjutnya data tersebut dipergunakan sebagai analisis untuk mendapatkan mesin-mesin dan komponen-komponen kritis. Alat analisis yang digunakan sebagai penentu mesin kritis adalah diagram pareto, dengan menggunakan aturan 80-20.

Tabel 1. Data Historis Mesin Produksi AW AXX

Mesin	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Total
Mixer	2	1	1	3	3	5	15
Extruder ¼ Inchi	9	17	21	16	10	5	78
Extruder 3 Inchi	15	23	22	22	24	9	115
Extruder 4 Inchi	7	10	15	11	17	4	64
Socket ¼ Inchi	1	2	3	2	1	3	12
Socket 3 Inchi	1	2	1	1	1	2	8
Socket 4 Inchi	2	1	3	1	1	2	10

Diagram pareto untuk analisis komponen kritis mesin *extruder* dapat dilihat pada Gambar 1. Dari hasil perhitungan frekuensi kumulatif, maka aturan pareto 80-20 dapat diterapkan dalam menentukan mesin-mesin yang memberikan pengaruh signifikan terhadap kegagalan sistem. Mesin-mesin yang memberikan pengaruh paling signifikan adalah mesin *Extruder ¼ Inchi*, mesin *Extruder 3 Inchi*, dan *Extruder 4 Inchi* sehingga penelitian akan difokuskan pada mesin-mesin yang memberikan pengaruh paling signifikan terhadap kegagalan sistem produksi pipa AW AXX.



Gambar 1. Diagram Pareto Mesin *Extruder*

Selanjutnya pola kerusakan komponen mesin kritis dianalisis berdasarkan data interval kerusakan

komponen. Pola distribusi yang terpilih dapat dilihat dari nilai *Index of Fit (Correlation Coefficient)* yang terbesar. Pola distribusi yang diuji adalah distribusi normal, lognormal, eksponensial dan weibull.

Adapun rumus yang dipergunakan untuk menghitung *Index of Fit* adalah sebagai berikut:

$$S_{xy} = N \sum_{i=1}^N T_i Y_i - (\sum_{i=1}^N T_i)(\sum_{i=1}^N Y_i)$$

$$S_{xx} = N \sum_{i=1}^N T_i^2 - (\sum_{i=1}^N T_i)^2$$

$$S_{yy} = N \sum_{i=1}^N Y_i^2 - (\sum_{i=1}^N Y_i)^2$$

$$\text{Sehingga Index of Fit } (r) = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_{xx} \cdot S_{yy}}}$$

Hasil pengujian pola distribusi yang terpilih untuk masing-masing komponen mesin dapat dilihat pada Tabel 2. Pola distribusi yang terpilih adalah distribusi yang mendapatkan nilai *Index of Fit (Correlation Coefficient)* terbesar.

Tabel 2. Pola distribusi yang terpilih untuk Masing-Masing Distribusi Komponen Mesin

Komponen	Terpilih
Dinamo	Normal
Pulley	Weibull
V-Belt	Lognormal
Tali Poly	Weibull
Gearbox	Weibull
Screw Press	Lognormal
Bearing	Lognormal
Poros	Normal
Bushing	Lognormal

Langkah selanjutnya adalah perhitungan MTTF (*Mean Time To Failure*) yang dipergunakan sebagai parameter penentuan penggantian komponen mesin. Hasil rekapitulasi perhitungan MTTF, maka didapat interval pergantian masing-masing komponen dapat dilihat pada Tabel 3. Interval pergantian komponen-komponen mesin *extruder* antara 89 sampai 156 hari.

Tabel 3. Nilai MTTF Komponen Mesin

Komponen	Interval Pergantian (hari)
Dinamo	156
Pulley	140

V-Belt	145
Tali Poly	156
Gearbox	109
Screw Press	89
Bearing	133
Poros	160
Bushing	91

Nilai MTTF untuk masing-masing distribusi didapatkan dengan menggunakan rumus berikut:

1. Normal
 $MTTF = \mu$

2. Lognormal

$$MTTF = \mu \frac{\sigma^2}{2}$$

3. Eksponensial

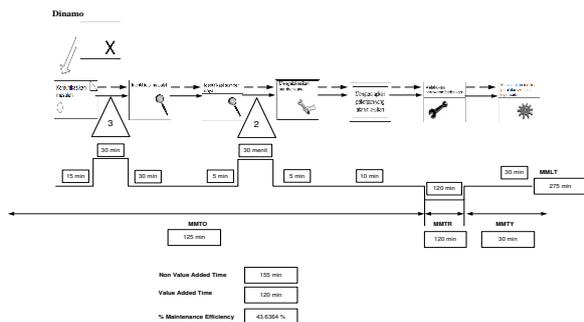
$$MTTF = \frac{1}{\lambda}$$

4. Weibull

$$MTTF = \alpha \Gamma \left(1 + \frac{1}{\beta} \right)$$

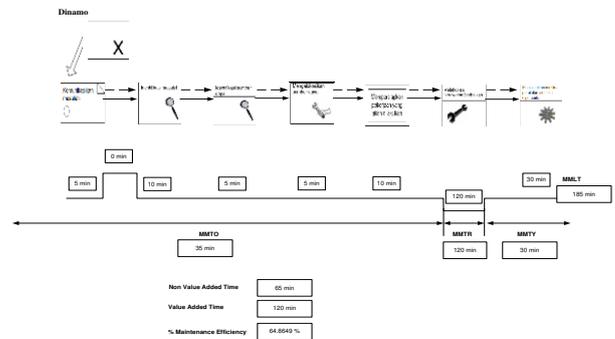
Γ = Fungsi gamma, $\Gamma (n) = (n-1)!$, dapat diperoleh melalui nilai fungsi gamma. Parameter β disebut dengan parameter bentuk atau kemiringan weibull (*weibull slope*), sedangkan parameter α disebut dengan parameter skala atau karakteristik hidup.

Pembentukan *current state map* dilakukan dengan menerapkan langkah-langkah berdasarkan konsep *value stream mapping*. *Current state* MVSM komponen dinamo dapat dilihat pada Gambar 2. Dari hasil penggambaran *current state map* didapatkan total waktu *Non Value Added* sebesar 155 menit dan total waktu *Value Added* sebesar 120 menit. Sehingga didapatkan persentase *maintenance efficiency* untuk komponen dinamo adalah sebesar 43,6364 %.



Gambar 2. *Current State Map* MVSM Dinamo

Setelah membuat *current state map*, maka langkah terakhir dalam MVSM adalah menyusun *future state map*. *Future state* MVSM komponen dinamo dapat dilihat pada Gambar 3. Dari hasil penggambaran *future state map* didapatkan total waktu *Non Value Added* sebesar 65 menit dan total waktu *Value Added* sebesar 120 menit. Sehingga didapatkan persentase *maintenance efficiency* untuk komponen dinamo adalah sebesar 64,8649 %.



Gambar 3. *Future State Map* MVSM Dinamo

Adanya perbedaan yang signifikan diantara *Current State Map* dengan *Future State Map* menunjukkan peningkatan efisiensi sistem perawatan mesin. Perbandingan antara *current state map* dengan *future state map* komponen mesin extruder pada Tabel 4. Peningkatan *maintenance efficiency* menandakan *future state map* yang dibentuk lebih baik dibandingkan dengan *current state map*. Hal yang sama juga dilakukan pada komponen mesin lain, dan hasilnya semua komponen mengalami peningkatan *maintenance efficiency*.

Tabel 4. Perbandingan Antara *Current State Map* dengan *Future State Map*

Kategori	Current (Menit)	Future (Menit)
MTTO	125	35
MTTR	120	120
MTTY	30	30
MMLT	275	185
Non Value Added Time	155	65
Value Added Time	120	120
% Maintenance Efficiency	43,6364	64,8649

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan dan analisis yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa mesin kritis pada *line* produksi pipa PVC adalah mesin ekstruder ¾ inchi, 3 inchi, dan 4 inchi dengan komponen mesin kritis adalah dinamo, *pulley*, *v-belt*, tali *poly*, *gearbox*, *screw press*, *bearing*, poros, dan *bushing*. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa pola kerusakan komponen dinamo, *pulley*, *v-belt*, tali *poly*, *gearbox*, *screw press*, *bearing*, poros, dan *bushing* adalah berdistribusi normal, weibull, lognormal, weibull, weibull. Lognormal, lognormal, weibull dan lognormal. Penentuan interval penggantian komponen yang didasarkan pada kriteria MTTF (*Mean Time To Failure*) didapati bahwa interval penggantian komponen dinamo, *pulley*, *v-belt*, tali *poly*, *gearbox*, *screw press*, *bearing*, poros, dan *bushing* adalah 156 hari, 140 hari, 145 hari, 156 hari, 109 hari, 89 hari, 133 hari, 160 hari, dan 91 hari. Dengan menerapkan sistem usulan penggantian komponen yang didasarkan pada kriteria MTTF akan memberikan total *downtime* yang lebih kecil yaitu sebesar 58,3 jam dibandingkan dengan sistem sekarang yaitu sebesar 1009 jam dan dapat meningkatkan nilai rata-rata *availability* sebesar 5,3142 % untuk masing-masing komponen serta dapat mengurangi *profit loss* sebesar Rp Rp 856.698.320 /tahun. Penerapan SOP (*Standard Operating Procedure*) yang didasarkan pada metode MVSM dapat mengurangi aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (*non value added*) yaitu terdapat peningkatan *maintenance efficiency* menjadi 52,6906 % dari sebelumnya sebesar 37,7706 %. Oleh karena itu, perawatan dengan menggunakan *reliability engineering* dan MVSM dapat dijadikan sebagai usulan yang tepat sebagai pengganti perawatan secara *corrective* yang selama ini diterapkan perusahaan PT XXX.

DAFTAR PUSTAKA

- Besterfield, Dale H. 1994. *Quality Control. Fourth Edition*. Prentice Hall.
- Corder, Antony. 1992. *Teknik Manajemen Pemeliharaan*. Jakarta: Erlangga.
- Ebeling, Charles E. 1997. *Reliability and Maintainability Engineering*. Singapore: McGraw Hill
- Frampton, Coby. 2010. *Benchmarking World-Class Maintenance*. Charles Brooks Associates, Inc.
- Govil, A.K. 1993. *Reliability Engineering*. New Delhi: Mc Graw Hill Publishing.
- IAEA. 2008. *Application of Reliability Centered Maintenance to Optimize Operation and Maintenance in Nuclear Power Plants*.
- Jardine, A.K.S. 2006. *Maintenance, Replacement and Reliability*. Taylor and Francis Group. New York: LLC.
- Kannan, Soundararajan, et. al. 2007. *Developing A Maintenance Value Stream Map*.
- Lovelle Jared. 2001. *Mapping the Value Stream*. IIE Solutions.
- Rother, M dan Shook, J. 2007. *Learning to See, Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda*. The Lean Enterprise Institute, Inc.
- Sinulingga, Sukaria. 2001. *Metode Penelitian*. Medan: USU Press.
- Thiruvengadam, Arunprakash. 2004. *A Practical Method For Assessing Maintenance Factors Using A Value Stream Maintenance Map*.