

Penentuan Jadwal Pemeliharaan Pencegahan dan Perhitungan Kebutuhan Komponen Kritis pada Mesin Tuber 645M dan Bottomer 713B-2 untuk Menunjang *Availability* Mesin (Studi Kasus: PT IKSG)

Eka Kurnia Asih^{#1}, Kornelius Ade^{#2}, Joshua Gary^{#3}, Ari Setiawan^{#4}

*#Program Studi Teknik Industri, Institut Teknologi Harapan Bangsa
Jl. Dipatiukur No. 80-84 Bandung, Indonesia*

¹eka@ithb.ac.id

²joshuagary_kusnadi@yahoo.com

³korneliusade@gmail.com

⁴ari_setiawan@ithb.ac.id

Abstrak— Penelitian ini bertujuan untuk menentukan jadwal pemeliharaan pencegahan dan penentuan jumlah komponen yang diperlukan untuk kegiatan pemeliharaan pencegahan bagi mesin Tuber 645M dan Bottomer 713B-2. Kedua mesin ini merupakan mesin kritis bagi sistem produksi di PT Industri Kemasan Semen Gresik (IKSG). Sebelumnya, pemeliharaan terhadap kedua mesin ini dilakukan secara korektif saja. Akibatnya proses produksi sering terhenti secara mendadak dan mendatangkan berbagai kerugian. Lamanya penghentian produksi dapat bertambah jika komponen yang dibutuhkan untuk pemeliharaan tidak tersedia. Penentuan jadwal pemeliharaan dan penentuan jumlah komponen dilakukan dengan pendekatan statistik, yaitu identifikasi pola distribusi kerusakan dan perhitungan rata-rata waktu antar kerusakan dari berbagai jenis kerusakan pada kedua mesin. Jadwal ditentukan sedemikian rupa sehingga ketersediaan mesin meningkat.

Kata Kunci— pemeliharaan, *mean time to failure*, *downtime*

Abstract— *This research aims to create preventive maintenance (PM) schedule for two critical machines (Tuber 645M dan Bottomer 713B-2) at PT Industri Kemasan Semen Gresik (IKSG), along with the calculation of critical component stock needed to conduct the PM activities. Current maintenance practices are based only on corrective attempt; this practice caused production loss due to random stoppage of production process. To conduct PM, critical components are needed. The absence of these components can lengthen the production stoppage therefore increase production loss. We used statistical approach to identify the machine failure pattern and the corresponding mean time to failure. Maintenance schedule is designed to increase machine availability.*

Keywords— *maintenance, mean time to failure, downtime*

I. PENDAHULUAN

Mesin merupakan salah satu kebutuhan yang penting bagi dunia industri manufaktur. Secara alami mesin akan mengalami kerusakan [5] dan hal ini berpengaruh langsung

pada kelancaran produksi serta timbulnya resiko-resiko lain seperti munculnya biaya pemeliharaan, adanya waktu menganggur operator bahkan investasi mesin baru. Oleh karena itu, untuk mengatasi kerusakan mesin maka perusahaan melakukan aktivitas pemeliharaan.

PT Industri Kemasan Semen Gresik (IKSG) memiliki lima lini produksi. Kapasitas produksi terbesar berada di lini 3 dengan mesin Tuber 645M, hal ini membuat lini 3 menjadi tumpuan perusahaan yang harus dijaga kondisinya melalui aktivitas pemeliharaan. Namun sayangnya, aktivitas pemeliharaan saat ini berlangsung secara korektif sehingga seringkali menyebabkan penghentian line produksi secara mendadak [4]. Lamanya penghentian ini dipengaruhi juga oleh ketersediaan komponen yang dibutuhkan untuk kegiatan pemeliharaan. Saat komponen tidak ada, maka penghentian produksi akan menjadi lebih panjang. Penelitian ini ditujukan untuk mengurangi waktu penghentian produksi (*downtime*) akibat kerusakan dan perbaikan dengan merancang jadwal pemeliharaan pencegahan dan menghitung kebutuhan komponen kritis.

II. METODOLOGI

A. Objek Penelitian dan Kurun Waktu Pengumpulan Data

Penelitian ini mengkaji 5 komponen kritis masing-masing pada mesin Tuber 645M dan Bottomer 713B-2. Pemilihan komponen-komponen ini didasarkan pada frekuensi kerusakan yang paling tinggi. Data yang dikumpulkan adalah data sekunder yang berasal dari [4]. Data tersebut adalah data waktu kerusakan komponen mesin selama periode Juni 2013 – Mei 2014.

B. Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan lima tahapan. Tahap pertama merupakan studi pendahuluan, dimana dilakukan identifikasi masalah dan penetapan tujuan penelitian. Tahap

kedua adalah tahap persiapan penelitian, yang terdiri dari studi literatur dan penentuan metode penelitian. Tahap ketiga merupakan tahap pengumpulan data dan tahap keempat merupakan tahap pengolahan dan analisis data. Pengolahan data meliputi penentuan komponen kritis, identifikasi pola distribusi kerusakan, penentuan rata-rata waktu antar kerusakan (*mean time to failure*/MTTF) dan terakhir perhitungan jumlah kebutuhan komponen untuk kegiatan penggantian. Analisis yang dilakukan adalah analisis nilai MTTF yang akan di proyeksikan menjadi jadwal pemeliharaan. Tahap kelima merupakan penarikan kesimpulan dan saran.

III. PENGOLAHAN DATA DAN ANALISIS

A. Identifikasi Pola Kerusakan

Tabel I menunjukkan sampel data kerusakan pada salah satu komponen yang dikaji, yaitu komponen klise di mesin Tuber 645M. Nilai T_i adalah interval waktu kerusakan yang dikonversi ke dalam satuan jam. Data ini kemudian di-*input* ke dalam perangkat lunak *Minitab* 17.1 untuk diidentifikasi pola distribusinya [3] [1].

Hasil uji diberikan pada Gambar 1, dimana ditunjukkan bahwa menunjukkan bahwa jenis distribusi eksponensial, weibull, dan gamma mampu menggambarkan pola data kerusakan komponen klise dengan baik ($P > 0,05$).

Distribusi Weibull kemudian dipilih untuk menggambarkan data kerusakan komponen klise diantara distribusi lainnya karena memiliki nilai P tertinggi [3]. Parameter skala (θ) dan bentuk (β) untuk komponen klise kemudian dicatat ke dalam Tabel II beserta pola distribusi dan parameter distribusi kerusakan untuk komponen-komponen lainnya. Tabel III menunjukkan informasi yang sama untuk komponen-komponen pada mesin Bottomer 713B-2.

B. Penentuan Nilai MTTF

Nilai MTTF dihitung dengan memasukkan parameter yang sudah diperoleh pada Tabel II dan Tabel III. Perhitungan MTTF untuk data berdistribusi eksponensial dan Weibull berturut-turut diberikan pada persamaan (1) dan (2).

$$MTTF = \frac{1}{\lambda} \quad (1)$$

$$MTTF = \theta \left(1 + \frac{1}{\beta} \right) \quad (2)$$

dimana

$$\Gamma(x) = \int_0^{\infty} y^{x-1} e^{-y} dy$$

Hasil perhitungan MTTF untuk masing-masing komponen di kedua mesin diberikan pada Tabel IV dan Tabel V.

TABEL I
WAKTU ANTAR KERUSAKAN KLISE

Klise		
i	T_i (hari)	T_i (jam)
1	99	2376
2	19	456
3	24	576
4	7	168
5	18	432
6	15	360
7	3	72
8	120	2880
9	2	48
10	4	96
11	10	240

```

Goodness of Fit Test
Distribution  AD  P
Normal      1.705 <0.005
Exponential 0.998 0.106
Weibull     0.476 0.222
Gamma       0.603 0.147

ML Estimates of Distribution Parameters
Distribution Location Shape Scale Threshold
Normal*      700.36364          974.81478
Exponential  700.36355
Weibull      0.80634 610.18574
Gamma        0.76546 914.95347

* Scale: Adjusted ML estimate
    
```

Gambar 1 Hasil Uji Distribusi Klise

TABEL II

POLA DAN PARAMETER DISTRIBUSI KERUSAKAN PADA MESIN TUBER 645M

Komponen	Pola Distribusi	Parameter	
		θ	β
Klise	Weibull	610,184	0,806
Plat Konveyor	Ekspensial	1108	-
Hidrolik Printing	Ekspensial	1099,199	-
Rubber Roll	Ekspensial	1457,999	-
Bearing 22210	Ekspensial	1458	-

TABEL III

POLA DAN PARAMETER DISTRIBUSI KERUSAKAN PADA MESIN BOTTOMER 713B-2

Komponen	Pola Distribusi	Parameter	
		θ	β
Valve	Ekspensial	0,001244	-
Opening	Weibull	0,6829	377,093
Feeder	Weibull	0,759	781,167
Transporter Belt 17450	Weibull	0,83855	749,680
Pulley	Ekspensial	0,001029	-

TABEL IV

NILAI MTTF KOMPONEN KRITIS DI MESIN TUBER 645M

Komponen	MTTF (jam)
Klise	687,417
Plat Konveyor	1098,003
Hidrolik Printing	1099,2
Rubber Roll	1458
Bearing 22210	1458

TABEL V

NILAI MTTF KOMPONEN KRITIS DI MESIN BOTTOMER 713B-2

KOMPONEN	MTTF (jam)
Valve	804
Opening	487,56
Feeder	922,504
Trans belt 17450	856,042
Pulley	972

TABEL VI

JUMLAH KEBUTUHAN KOMPONEN KRITIS DI MESIN TUBER 645M DAN BOTTOMER 713B-2

Komponen	Kebutuhan (unit)
Klise	13
Plat Konveyor	8
Hidrolik Printing	8
Rubber Roll	6
Bearing 22210	6
Transporter belt 17450	11
Pulley	10

C. Perhitungan Kebutuhan Komponen

Perhitungan kebutuhan komponen pada periode tertentu ($N(t_p)$) didasarkan pada estimasi jumlah kerusakan yang terjadi selama kurun waktu tertentu (t_p) [2], dalam hal ini t_p ditetapkan selama satu tahun atau 8760 jam. Hasil perhitungan kebutuhan komponen berdasarkan persamaan (3), diberikan pada Tabel VI.

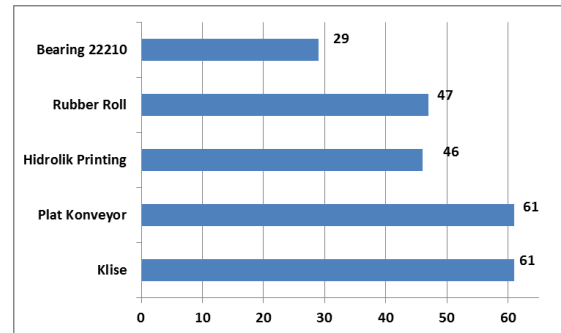
$$N(t_p) = \frac{t_p}{\text{MTTF}} \quad (3)$$

D. Rekomendasi Jadwal Pemeliharaan Pencegahan (PM)

Nilai MTTF merupakan dasar untuk menentukan kapan pemeliharaan pencegahan harus dilakukan. Untuk mempermudah penentuan tanggal penjadwalan, maka nilai MTTF diubah ke dalam satuan hari. Resume MTTF dalam satuan hari untuk kedua mesin diberikan pada Gambar 2 dan 3.

Melihat profil MTTF di kedua mesin, perusahaan dapat memilih jadwal pemeliharaan sedemikian rupa sehingga mendekati estimasi MTTF ini. Akan tetapi, perlu diperhatikan bahwa pelaksanaan tindakan pemeliharaan komponen secara individual dapat menyebabkan tingginya frekuensi penghentian mesin/proses produksi. Untuk itu, dapat dikaji penggabungan tindakan pemeliharaan untuk beberapa komponen yang nilai MTTF-nya berdekatan, sedemikian rupa sehingga frekuensi PM dapat diminimalisir dengan tetap mempertimbangkan kebutuhan PM yang tampak dalam MTTF.

Gambar 2 menunjukkan bahwa terdapat 4 kegiatan PM yang dapat dilaksanakan secara terpisah untuk komponen-komponen di mesin Tuber 645M, yaitu komponen *bearing* setiap interval waktu 29 hari, komponen *rubber roll* setiap in-



Gambar 2. MTTF Komponen Kritis di Mesin Tuber 645M

terval waktu 47 hari, komponen *hidrolik printing* setiap interval waktu 46 hari, dan komponen plat konveyor serta klise setiap interval waktu 61 hari. Untuk minimasi frekuensi penghentian produksi direkomendasikan jadwal PM mesin Tuber 645M, seperti pada Gambar 3.

Dengan rekomendasi seperti pada Gambar 4, maka frekuensi PM ditekan menjadi 3 kegiatan, yaitu komponen *bearing* setiap interval waktu 30 hari, komponen *rubber roll* dan *hidrolik printing* setiap interval waktu 40 hari dan komponen plat konveyor dan klise setiap interval waktu 60 hari. Pada hari ke-60, terdapat penggabungan tindakan pemeliharaan untuk komponen *bearing*, komponen plat konveyor dan klise, sementara pada hari ke-120 seluruh komponen di mesin Tuber 645M dikenakan tindakan pemeliharaan secara bersamaan.

Gambar 3 menunjukkan bahwa terdapat 5 kegiatan PM yang dapat dilaksanakan secara terpisah untuk komponen-komponen di mesin Bottomer 713B-2, yaitu komponen *pulley* setiap interval waktu 41 hari, komponen *trans belt* setiap interval waktu 36 hari, komponen *feeder* setiap interval waktu 38 hari, komponen *opening* setiap interval waktu 20 hari dan komponen *valve* setiap interval waktu 34 hari. Untuk minimasi frekuensi penghentian produksi direkomendasikan jadwal PM mesin Bottomer 713B-2, seperti pada Gambar 5.

Dengan rekomendasi seperti pada Gambar 5, maka frekuensi PM ditekan menjadi 2 kegiatan, yaitu komponen *valve* setiap interval waktu 20 hari, dan komponen *pulley*, *transporter belt*, *feeder*, dan *opening* setiap interval waktu 40 hari. Setiap interval waktu 40 hari seluruh komponen di mesin Bottomer 713B-2 dikenakan tindakan pemeliharaan secara bersamaan.

E. Perhitungan Tingkat *Availability* Mesin

Availability selama periode tertentu ($A(t_p)$) menggambarkan pemanfaatan waktu yang tersedia untuk kegiatan operasi dari sebuah mesin/alat [2]. Besar $A(t_p)$ dihitung melalui persamaan (4).

$$A(t_p) = \frac{t_{up}}{t_p} \times 100\% \quad (4)$$

dimana:

t_{up} = waktu *uptime*/mesin beroperasi (jam)
 t_p = periode kajian (jam)

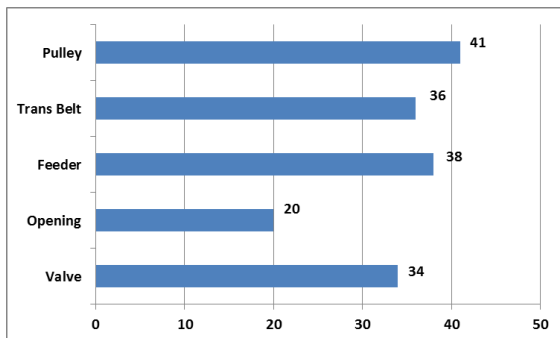
Jika diasumsikan bahwa waktu mesin beroperasi dalam satu tahun adalah jam tersedia dikurangi lamanya pelaksanaan tindakan pemeliharaan di tahun tersebut, maka *availability* mesin akan bergantung kepada waktu per tindakan pemeliharaan (t_{PM}) dan frekuensi pemeliharaan (f_{PM}). Besar t_p

dalam penelitian ini ditetapkan sebesar 8760 jam, yaitu lamanya jam tersedia dalam satu tahun.

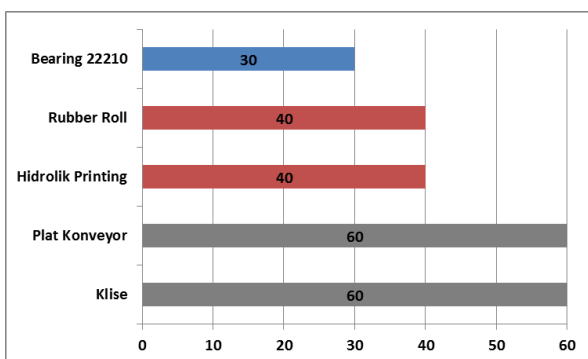
Waktu pemeliharaan (t_{PM}) terdiri dari waktu setup (t_{PM}^s) dan waktu penggantian atau penyetelan komponen (t_{PM}^r) [4]. Total waktu setup (t_{PM}^s) per tahun bergantung pada frekuensi tindakan PM selama tahun tersebut, sementara total waktu penggantian atau penyetelan komponen (t_{PM}^r) bergantung kepada jumlah komponen yang dikenakan tindakan PM. Dengan begitu, rekomendasi jadwal seperti pada gambar 3 dan 4, akan meminimalisir waktu setup (t_{PM}^s) akan tetapi tidak untuk waktu penggantian atau penyetelan komponen (t_{PM}^r).

Data historis menunjukkan bahwa waktu setup (t_{PM}^s) menempati proporsi yang cukup besar, yaitu rata-rata sebesar 0,72 jam per sekali setup, sementara waktu penggantian atau penyetelan komponen (t_{PM}^r) rata-rata adalah sebesar 0,83 jam per komponen.

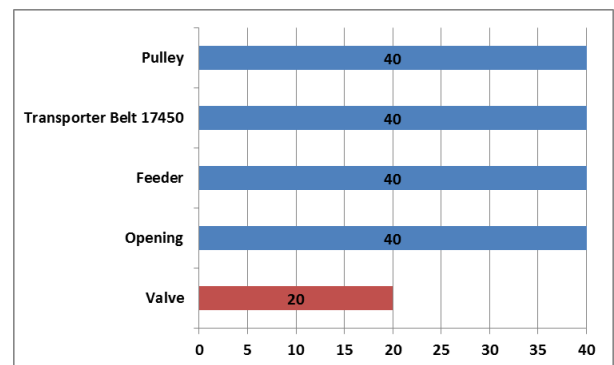
Dengan memasukkan data jadwal pemeliharaan seperti pada Gambar 4 dan 5, rata-rata waktu setup dan rata-rata waktu penggantian atau penyetelan komponen ke dalam persamaan (4), maka diperoleh tingkat *availability* mesin per tahun seperti pada Tabel VII. Tingkat *availability* ini mengalami peningkatan sebesar 3,82% untuk mesin Tuber 645M dan peningkatan sebesar 8,43% untuk mesin Bottomer 713B-2 jika penjadwalan didasarkan hanya pada nilai MTTF saja.



Gambar 3. MTTF Komponen Kritis di Mesin Bottomer 713B-2



Gambar 4. Rekomendasi Jadwal Pemeliharaan Pencegahan untuk Komponen Kritis di Mesin Tuber 645M



Gambar 5. Rekomendasi Jadwal Pemeliharaan Pencegahan untuk Komponen Kritis di Mesin Bottomer 713B-2

TABEL VII

TINGKAT *AVAILABILITY* MESIN TUBER 645M DAN BOTTOMER 713B-2

Mesin	$A(t_p)$
Tuber 645M	86,72%
Bottomer 713B-2	83,95%

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini telah mengusulkan jadwal pemeliharaan pencegahan untuk dua mesin kritis pada PT IKSG beserta jumlah komponen yang harus disediakan untuk menunjang pelaksanaan jadwal tersebut. Jadwal yang direkomendasikan beserta jaminan ketersediaan komponen berhasil meningkatkan *availability* kedua mesin berturut-turut sebesar 3,82% dan 8,43% per tahun.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk melanjutkan kajian terhadap konsekuensi ongkos yang ditimbulkan akibat pengelompokkan tindakan pemeliharaan untuk komponen-komponen dengan MTTF yang berdekatan.

DAFTAR REFERENSI

- [1] A. K. Bafadal. "Menguji Distribusi Data dengan Minitab." Internet: <https://arifkamarbafadal.wordpress.com/2013/03/27/menguji-distribusi-data-dengan-minitab>, 2013 [11 Juni 2015].
- [2] C. Ebeling. *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*. The McGraw-Hill Companies, 2007.
- [3] Minitab, Inc. "Getting Started with Minitab 17." Internet: http://www.minitab.com/.../getting-started/Minitab17_GettingStarted-en.pdf, 2014 [8 Mei 2015].
- [4] Pradipta, Kornelius, Ade Cahya. "Perhitungan Mean Time to Failure Pada Komponen Kritis Mesin Tuber 645 M dan Bottomer 713B-2 untuk Penjadwalan Preventive Maintenance di PT Industri Kemasan Semen Gresik," Tugas Akhir, Departemen Teknik Industri Institut Teknologi Harapan Bangsa, 2014.
- [5] R. Jiang and D. N. Prabhakar Murthy. *Maintenance: Decision Models for Management*. Beijing, China: Science Press, 2008.

Eka Kurnia Asih, kelahiran Bandung, menempuh pendidikan S1 Teknik dan Manajemen Industri di ITB dan lulus pada tahun 2007. Pendidikan S2 Teknik dan Manajemen Industri juga di ITB dan lulus pada tahun 2014. Minat penelitian pada perencanaan dan pengendalian produksi.

Kornelius Ade, mahasiswa S1 di Teknik Industri ITHB angkatan 2011 dan lulus tahun 2015. Minat penelitian: Manajemen perawatan, manajemen produksi.

Joshua Gary, mahasiswa S1 di Teknik Industri ITHB angkatan 2011 dan lulus tahun 2015. Minat penelitian: Manajemen perawatan, manajemen produksi.

Ari Setiawan, kelahiran Bandung 27 Mei 1966, menempuh pendidikan S1 Teknik Mesin di ITB dan lulus pada tahun 1990. Gelar Magister Teknik dan Manajemen Industri juga diperoleh di ITB pada tahun 1997. Minat penelitian: Perancangan produk, proses produksi, dan *maintenance*.

Halaman kosong