

ANALISA ALTERNATIF PERIODE PENJADWALAN PERAWATAN MESIN DENGAN METODE PROBABILITAS KERUSAKAN PADA MESIN BUBUT SCHAUBLIN 102N-VM DAN MESIN *FRAIS* ACIERA F3 DI POLMAN BANDUNG

Abidin Husein^a, Novi Saksono BM^b

Program Studi Teknik dan Sistem Produksi Politeknik Manufaktur Negeri Bandung

^aEmail : husein.abidin@gmail.com

^bEmail : novi@polman-bandung.ac.id

ABSTRAK

Politeknik Manufaktur Bandung sebagai perguruan tinggi negeri telah melakukan kegiatan *preventivemaintenance* sejak tahun 1980 pada mesin-mesin di bengkel pendidikan dengan menggunakan nilai kerumitan perawatan sebagai penentu periode perawatan dan pemeliharaan mesin. Namun pada perhitungan periode perawatan menggunakan nilai kerumitan ini diasumsikan bahwa penggunaan mesin pada kondisi ideal yang relatif kurang sesuai dengan kondisi kenyataan. Sehingga kebijakan perawatan tersebut kurang ekonomis dari segi biaya dan kurang efisien dari segi waktu perbaikan. Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan penelitian untuk mendapatkan kebijakan pemeliharaan dan perawatan mesin yang efektif dan efisien dengan mempertimbangkan faktor biaya, frekuensi *breakdown*, dan waktu yang dibutuhkan untuk perbaikan. Maka dilakukanlah penelitian terhadap kebijakan pemeliharaan dan perawatan mesin pada mesin bubut Schaublin 102N-VM dan mesin *frais* Aciera F3. Tahapan yang digunakan dalam penyelesaian masalah tersebut dengan menghitung distribusi frekuensi *breakdown* menggunakan distribusi *Poisson*, menghitung biaya perawatan, memilih alternatif kebijakan perawatan mesin berdasarkan biaya perawatan untuk mesin bubut Schaublin 102N-VM dan mesin *frais* Aciera F3. Dari pengolahan data, maka diperoleh hasil untuk Schaublin 102N-VM biaya PM = Rp 1.408.565,16 per bulan, biaya *breakdownmaintenance* = Rp 239.168,40 per bulan. Sedangkan Aciera F3 biaya PM = Rp 1.183.838,38 per bulan, biaya *breakdownmaintenance* = Rp 253.268,90 per bulan. Kebijakan perawatan yang diambil untuk Schaublin 102N-VM adalah *preventivemaintenance* dengan periode perawatan setiap 6 bulan sekali, sedangkan untuk Aciera F3 kebijakan yang diambil adalah *preventivemaintenance* dengan periode perawatan 7 bulan sekali.

Kata kunci: *preventivemaintenance*, *breakdownmaintenance*, probabilitas kerusakan, alternatif kebijakan

1. PENDAHULUAN

Pemeliharaan dan perawatan mesin adalah kombinasi dari semua tindakan teknik dan tindakan administratif yang terkait, dimaksudkan untuk mempertahankan kondisi atau mengembalikan satu suku barang ke keadaan semula sehingga dapat berfungsi sesuai dengan kebutuhannya. Kegiatan-kegiatan pemeliharaan dan perawatan ini meliputi kegiatan pelumasan mesin (*lubrication*) dan perbaikan atas kerusakan-kerusakan yang ada serta penyesuaian/penggantian suku cadang mesin yang terdapat pada fasilitas tersebut.

Jenis pemeliharaan dan perawatan mesin yang dilakukan di Polman Bandung ada dua yaitu, *preventivemaintenance* dan *breakdownmaintenance*. *Preventive Maintenance* atau pemeliharaan pencegahan adalah metode pemeliharaan yang bertujuan untuk mencegah atau meniadakan kemungkinan terjadinya gangguan kemacetan atau kerusakan ketika mesin sedang dioperasikan. *Breakdown Maintenance* merupakan perbaikan yang dilakukan tanpa adanya rencana terlebih dahulu. Dimana kerusakan terjadi secara mendadak pada suatu alat/produk yang sedang beroperasi, yang

mengakibatkan kerusakan bahkan hingga alat tidak dapat beroperasi.

Pemeliharaan dan perawatan mesin sendiri menjadi kunci untuk produktivitas perusahaan. Pemeliharaan dan perawatan mesin yang baik dapat memaksimalkan kapasitas produksi, mempertahankan keakuratan dan kepresisian produk, meminimalkan biaya produksi per unit, serta dapat mencegah bahaya keamanan terhadap pekerja dan lingkungan.

Namun tak dapat dipungkiri bahwa kegiatan pemeliharaan dan perawatan mesin membutuhkan biaya yang besar untuk operasionalnya. Biaya ini digunakan untuk pembelian komponen/suku cadang, peralatan, barang habis pakai, maupun upah tenaga kerja. Oleh karena itu diperlukan langkah penghematan dalam pelaksanaan pemeliharaan dan perawatan mesin namun tetap tidak mengurangi kinerjanya.

Kegiatan pemeliharaan dan perawatan mesin sudah dilakukan di Polman Bandung sejak tahun 1980 dengan menerapkan jenis perawatan pencegahan (*preventivemaintenance*). Kegiatan pemeliharaan pencegahan (*preventivemaintenance*) terdiri dari inspeksi, *small repair*, *medium repair*, dan *overhaul*.

Kegiatan tersebut dilakukan secara periodik dengan interval waktu tertentu. Penentuan interval (periode *preventive*) menggunakan nilai kerumitan perawatan, dimana penentuan nilai kerumitan adalah aspek teknisnya, seperti dimensi mesin, material yang diproses di mesin, lama penggunaan mesin dalam 1 hari, jenis produksinya, dan menggunakan cairan pendingin atau tidak. Namun pada perhitungan periode perawatan menggunakan nilai kerumitan ini diasumsikan bahwa penggunaan mesin pada kondisi ideal yang relatif kurang sesuai dengan kondisi kenyataan. Sehingga kebijakan perawatan tersebut kurang ekonomis dari segi biaya dan kurang efisien dari segi waktu perbaikan.

Maka dalam penelitian ini dibuat alternatif periode penjadwalan pemeliharaan dan perawatan mesin di Polman Bandung dengan menghitung probabilitas kerusakan mesin berdasarkan data kerusakan mesin per tahun. Agar dapat diperoleh kebijakan perawatan yang sesuai dengan kondisi mesin di bengkel Polman Bandung.

2. METODOLOGI

a. Identifikasi masalah

Dalam pelaksanaan kegiatan pemeliharaan terdapat dua persoalan yang harus dihadapi yaitu persoalan teknis dan persoalan ekonomis. Persoalan teknis dalam hal ini menyangkut usaha untuk menghilangkan kemungkinan terhentinya kegiatan yang disebabkan karena kondisi fasilitas atau peralatan produksi yang tidak baik. Sedangkan persoalan ekonomis dalam hal ini adalah persoalan yang menyangkut bagaimana usaha yang harus dilakukan supaya kegiatan pemeliharaan yang dibutuhkan secara teknis dapat efisien. Jadi dalam persoalan ekonomis ini yang ditekankan adalah efisiensi, dengan memerhatikan biaya yang terjadi, dan tentunya alternatif tindakan yang dipilih adalah yang menguntungkan bagi perusahaan. Maka dari itu jenis kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan sangat mempengaruhi ekonomi perusahaan. Sehingga dibutuhkan perencanaan yang cermat dalam memutuskan jenis kegiatan pemeliharaan.

b. Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini data yang diambil adalah data berupa: waktu terjadinya *breakdown* dan *preventive*, suku cadang yang digunakan, dan lama pengerjaan (*manhour*) yang diambil dari kartu riwayat mesin; data harga suku cadang yang digunakan dan tarif tenaga kerja yang diambil dari laporan hasil perbaikan; serta data jumlah unit mesin, nomor mesin, dan siklus *preventive* mesin yang diambil dari jadwal *preventive maintenance* tahunan.

c. Pengolahan Data

Setelah diperoleh data dalam rentang waktu tertentu mengenai jumlah kerusakan mesin (*breakdown*), jumlah *manhour* perbaikan, dan jumlah bulan dioperasikan maka data kemudian diolah. Dari data kerusakan mesin tersebut kemudian dihitung

probabilitas kerusakannya menggunakan distribusi probabilitas *Poisson*. Distribusi probabilitas *Poisson* dipilih karena dianggap sesuai dengan karakteristik data yang acak, jumlah kejadian yang sangat bervariasi, dan dalam waktu yang saling bebas sejak kejadian terakhir. Rumus distribusi probabilitas *Poisson* adalah:

$$p(x) = P(X = x) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!} \dots\dots\dots(1)$$

e = basis logaritma natural (*e* = 2.71828...)

x = jumlah kejadian suatu peristiwa

x! = faktorial dari *x*

= rata-rata data (bilangan riil positif)

Jika probabilitas kerusakan mesin sudah didapatkan maka selanjutnya dihitung perkiraan jumlah kerusakan mesin dalam suatu periode untuk menentukan biaya pemeliharaan *preventive* meliputi pemeliharaan setiap satu bulan, dua bulan, tiga bulan dan seterusnya. Rumus perhitungannya adalah berikut:

$$B_n = N \sum_i^n p_n + B_{(n-1)}p_1 + B_{(n-2)}p_2 + B_{(n-3)}p_3 + \dots + B_1p_{(n-1)}$$

B_n = Jumlah kerusakan yang diperkirakan dalam *n* bulan.

N = Jumlah mesin/fasilitas.

p_n = Probabilitas kerusakan mesin dalam periode *n* bulan

Kemudian untuk menghitung total biaya perawatan dalam satu bulannya dibutuhkan tarif *breakdown* dan tarif *preventive*. Rumusnya adalah sebagai berikut:

$$\text{Tarif Breakdown} = \text{rata-rata tenaga kerja per bulan} + \text{biaya sewa tools per bulan} + \text{rata-rata suku cadang yang digunakan per bulan} \dots\dots\dots(3)$$

$$\text{Tarif PM} = \text{FixCost} + \text{VariableCost} \dots\dots\dots(4)$$

$$= (\text{rata-rata tenaga kerja per bulan} + \text{sewa tools per bulan}) + (\text{rata-rata biaya suku cadang per bulan} + \text{rata-rata penggunaan pelumas} + \text{rata-rata penggunaan majun})$$

Setelah total biaya perawatan dengan menggunakan kebijakan *preventive maintenance* diketahui, maka berikutnya dibandingkan dengan perawatan yang menggunakan kebijakan *breakdown* saja. Agar dapat dibandingkan mana kebijakan yang biayanya paling rendah. Rumusan biaya *breakdown* adalah berikut:

$$TC = \frac{NC}{\sum_n^m T_n(p_n)} \dots\dots\dots(5)$$

TC = Total biaya *breakdown maintenance* per bulan.

N = Jumlah fasilitas / mesin.

C = Biaya perbaikan suatu kerusakan

T = Bulan setelah perawatan.

p_n = Probabilitas kerusakan mesin dalam periode *n* bulan

n 2 iPi = jumlah bulan yang diperkirakan antara kerusakan *i=1*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Probabilitas Kerusakan Mesin

Untuk mendapatkan hasil kerusakan mesin maka perlu didapatkan data kerusakan mesin, jumlah bulan dioperasikan, dan jumlah *manhour* perbaikan dalam kurun waktu 1 tahun. Mesin yang diambil datanya ada

Tabel 1. Probabilitas Kerusakan Mesin Bubut Schaublin 102N-VM (8 Unit Mesin)

Bulan	Jumlah Kerusakan	Bulan Diope-rasikan	Man Hour	Probabi-litas Kerusakan
1	4	4	13	0,1041
2	5	10	210,5	0,0347
3	0	0	0	0,1041
4	3	12	15,5	0,3515
5	1	5	4	0,2343
6	2	12	12	0,2636
7	2	14	40,1	0,3515
8	1	8	0,6	0,2636
9	0	0	0	0,2636
10	0	0	0	0,2636
11	0	0	0	0,2636
12	0	0	0	0,2343
Jmlh	18	65	295,7	
Rata2	1,5	3,61	16,43	

Pada tabel tersebut dapat dibaca bahwa jumlah kerusakan mesin bubut pada bulan ke-1 setelah dilakukan perawatan terdapat 3 kali kerusakan dengan jumlah bulan dioperasikan 3 bulan dan *manhours* perbaikan selama 3,5 jam. Dan bulan ke-4 setelah dilakukan perawatan terjadi 1 kerusakan dengan jumlah bulan dioperasikan selama 4 bulan dengan lama perbaikan 0,5 jam

Tabel 2. Probabilitas Kerusakan Mesin Frais Aciera F3 (8 Unit Mesin)

Bulan	Jumlah Kerusakan	Bulan Diope-rasikan	Man Hour	Probabi-litas Kerusakan
1	4	4	13	0,0471

Tabel 3. Perbandingan Biaya Perawatan per n Bulan Mesin Schaublin 102N-VM Tahun 1999

<i>Preventive</i> Setiap N Bulan	Total Ekspektasi Kerusakan Mesin	Rata-Rata Kerusakan Mesin Per Bulan	Total Biaya <i>Breakdown</i> Per Bulan	Biaya <i>Preventive Maintenance</i> Per Bulan	Biaya Total <i>Preventive</i> Dan <i>Breakdown</i> Per Bulan
a	b	c = b/a	d= c x Rp 399.409	e=1/a x Rp 529.978 x 8 mesin	f = d + e
1	0,833	0,833	Rp332.746,85	Rp4.239.831,58	Rp 4.572.578,43
2	1,198	0,599	Rp239.156,89	Rp2.119.915,79	Rp.359.072,67
3	2,098	0,699	Rp279.256,66	Rp1.413.277,19	Rp1.692.533,85
4	5,040	1,260	Rp503.243,11	Rp1.059.957,89	Rp1.563.201,01

dua jenis yaitu mesin bubut Schaublin 102N-VM dan mesin *frais* Aciera F3. Kedua mesin ini dipilih karena jumlah unitnya yang banyak yaitu masing-masing 8 unit. Untuk menentukan probabilitas kerusakannya menggunakan distribusi probabilitas *Poisson* yang ada pada rumus (1).

2	5	10	210,5	0,0141
3	0	0	0	0,2231
4	3	12	15,5	0,1255
5	1	5	4	0,3347
6	2	12	12	0,2510
7	2	14	40,1	0,2510
8	1	8	0,6	0,3347
9	0	0	0	0,2231
10	0	0	0	0,2231
11	0	0	0	0,2231
12	0	0	0	0,2231
Jmlh	18	65	295,7	
Rata2	1,5	3,61	16,43	

b. Perbandingan Biaya Perawatan Mesin

Dari data probabilitas kerusakan mesin yang telah didapat maka selanjutnya biaya perbaikan dan perawatan mesin dengan interval perawatan 1 bulan sampai interval perawatan 12 bulan dapat diperkirakan. Untuk menghitung biaya tersebut maka ekspektasi kerusakan mesin dalam periode 1 bulan sampai dengan 12 bulan harus dihitung terlebih dahulu. Untuk perhitungan ekspektasi mesin digunakan rumus (2).

Perhitungan ekspektasi kerusakan mesin Schaublin 102N-VM adalah sebagai berikut:

Preventive maintenance untuk setiap 1 bulan

$$B1 = N (p1).$$

$$= 8 (0,1041) = 0,833 \text{ kerusakan}$$

Preventive maintenance untuk setiap 2 bulan

$$B2 = N (p1 + p2) + B1p1.$$

$$= 8 (0,1388) + 0,833 (0,1041) = 1,198 \text{ kerusakan}$$

Preventive maintenance untuk setiap 3 bulan

$$B3 = N (p1 + p2 + p3) + B2p1 + B1p2$$

$$= 8 (2,7235) + 1,198 (0,1041) + 0,833 (0,347)$$

$$= 2,098 \text{ kerusakan}$$

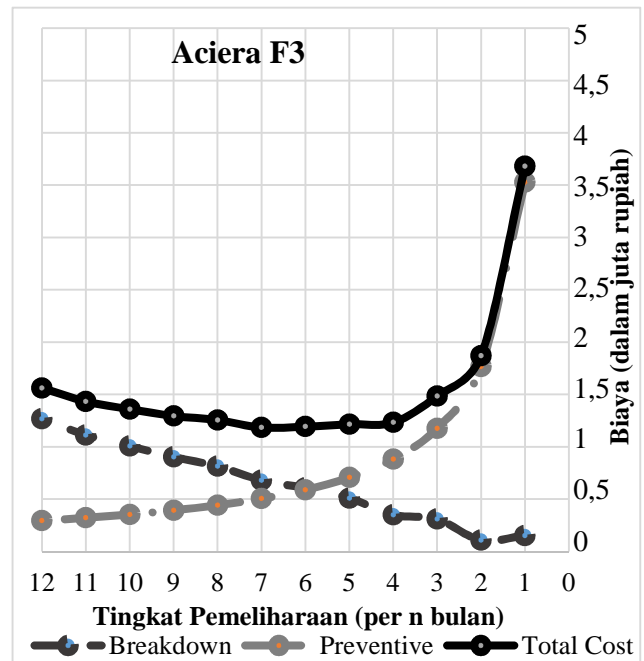
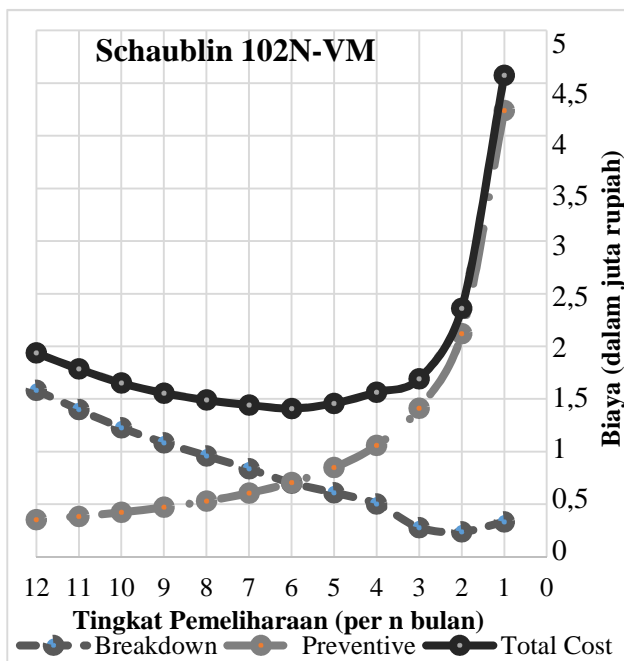
Dan

seterusnya.

5	7,645	1,529	Rp610.714,98	Rp847.966,32	Rp1.458.681,30
6	10,544	1,757	Rp701.926,56	Rp706.638,60	Rp1.408.565,16
7	14,676	2,097	Rp837.403,91	Rp605.690,23	Rp1.443.094,14
8	19,221	2,403	Rp959.636,46	Rp529.978,95	Rp1.489.615,40
9	24,439	2,715	Rp1.084.553,85	Rp471.092,40	Rp1.555.646,25
10	30,716	3,072	Rp1.226.813,54	Rp423.983,16	Rp1.650.796,70
11	38,538	3,503	Rp1.399.306,26	Rp385.439,23	Rp1.784.745,49
12	47,562	3,963	Rp1.583.058,00	Rp353.319,30	Rp1.936.377,30

Tabel 4. Perbandingan Biaya Perawatan per n Bulan Mesin Aciera F3 Tahun 1999

Preventive Setiap N Bulan	Total Ekspektasi Kerusakan Mesin	Rata-Rata Kerusakan Mesin Per Bulan	Total Biaya Breakdown Per Bulan	Biaya Preventive Maintenance Per Bulan	Biaya Total Preventive Dan Breakdown Per Bulan
a	b	c = b/a	d= c x Rp 402.482	E=1/a x Rp 441.072 x 8 mesin	f = d + e
1	0,377	0,377	Rp151.547,41	Rp3.528.577,78	Rp3.680.125,19
2	0,529	0,264	Rp106.396,67	Rp1.764.288,89	Rp1.870.685,56
3	2,305	0,768	Rp309.204,63	Rp1.176.192,59	Rp1.485.397,23
4	3,479	0,870	Rp350.016,01	Rp882.144,44	Rp1.232.160,45
5	6,318	1,264	Rp508.550,19	Rp705.715,56	Rp1.214.265,75
6	9,017	1,503	Rp604.894,06	Rp588.096,30	Rp1.192.990,35
7	11,823	1,689	Rp679.795,84	Rp504.082,54	Rp1.183.878,38
8	16,179	2,022	Rp813.957,54	Rp441.072,22	Rp1.255.029,76
9	20,170	2,241	Rp902.010,83	Rp392.064,20	Rp1.294.075,03
10	24,995	2,500	Rp1.006.004,48	Rp352.857,78	Rp1.358.862,26
11	30,393	2,763	Rp1.112.072,51	Rp320.779,80	Rp1.432.852,31
12	37,792	3,149	Rp1.267.547,57	Rp294.048,15	Rp1.561.595,72



Gambar 1. Grafik Perbandingan Biaya Mesin Schaublin 102N-VM dan Aciera F3 Tahun 1999

Pada gambar 1 terlihat bahwa biaya perawatan Schaublin 102N-VM mencapai titik terendah jika dilakukan *preventivemaintenance* setiap 6 bulan sekali, yaitu sebesar Rp1.408.565,16 per bulan untuk 8 unit mesin. Sedangkan pada Aciera F3 biaya perawatan mencapai titik terendah jika dilakukan

preventivemaintenance setiap 7 bulan sekali, yaitu sebesar Rp1.183.878,38 per bulan untuk 8 unit mesin.

c. Biaya Perawatan *Breakdown*

Setelah biaya perawatan *preventive* terendah didapatkan, maka selanjutnya dibandingkan dengan

biaya perawatan jika hanya dilakukan perawatan *breakdownmaintenance* saja. Perhitungannya menggunakan rumus (5).

- Biaya *Breakdown* Schaublin 102N-VM

$$TC = \frac{NC}{\sum_n^m T_n(p_n)}$$

$$\sum_n^m T_n(p_n) = 13,36$$

$$TC = \frac{8 \times \text{Rp } 399.409}{13,36}$$

$$TC = \text{Rp. } 239.168,40$$

Biaya perbaikan jika hanya melakukan *breakdown* saja adalah sebesar Rp. 239.168,40. Sedangkan biaya *preventivemaintenance* dengan periode 6 bulan adalah Rp. 1.408.565,16. Dimana, biaya *preventive* ini lebih tinggi daripada biaya *breakdownmaintenance*. Jika dilihat secara sepintas maka biaya *breakdown* lebih murah daripada *preventive*, maka bisa jadi metode perawatan yang dipilih *breakdown* saja. Namun, biaya *breakdown* dapat menjadi rendah karena *preventivemaintenance* dilakukan dengan baik. Oleh karena itu perawatan yang dipilih adalah *preventivemaintenance* dan dilakukan setiap 6 bulan sekali.

- Biaya *Breakdown* Aciera F3

$$TC = \frac{NC}{\sum_n^m T_n(p_n)}$$

$$\sum_n^m T_n(p_n) = 12,71$$

$$TC = \frac{8 \times \text{Rp } 402.482}{12,71}$$

$$TC = \text{Rp } 253.268,90$$

Biaya perbaikan jika hanya melakukan *breakdown* saja adalah sebesar Rp. 253.268,90. Sedangkan biaya *preventivemaintenance* dengan periode 7 bulan adalah Rp. 1.183.838,38. Dimana, biaya *preventivemaintenance* lebih rendah, jika dibandingkan dengan *breakdownmaintenance*. Jika dilihat secara sepintas maka biaya *breakdown* lebih murah daripada *preventive*, maka bisa jadi metode perawatan yang dipilih *breakdown* saja. Namun, biaya *breakdown* dapat menjadi rendah karena *preventivemaintenance* dilakukan dengan baik. Oleh karena itu metode perawatan yang dipilih untuk Aciera F3 adalah *preventivemaintenance* dan dilakukan setiap 7 bulan sekali.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Biaya perawatan terendah untuk mesin bubut Schaublin 102N-VM adalah sebesar Rp. 1.408.565,16 per bulan untuk 8 unit mesin. Sedangkan untuk mesin *frais* Aciera F3 sebesar Rp 1.183.838,38 per bulan untuk 8 unit mesin.

- Biaya perawatan dengan metode *breakdown* saja untuk mesin bubut Schaublin 102N-VM sebesar TC = Rp. 239.168,40 per bulan untuk 8 unit mesin. Sedangkan untuk mesin *frais* Aciera F3 sebesar Rp 253.268,90 per bulan untuk 8 unit mesin. Biaya *breakdown* lebih rendah daripada *preventive* karena program *preventive* dapat mencegah kerusakan yang lebih besar.
- Untuk Schaublin 102N-VM metode perawatan yang dipilih adalah *preventive* dengan periode antara dua kegiatan perawatan yang sesuai adalah 6 bulan, sedangkan untuk mesin *frais* Aciera F3 metode perawatan yang dipilih adalah *preventive* dengan periode 7 bulan sekali.

5. SARAN

Dalam pengerjaan penelitian ini tentu masih terdapat beberapa kekurangan, oleh karena itu perlu diberikan saran, antara lain:

- Penulisan laporan perbaikan dan riwayat mesin perlu dilakukan secara konsisten, agar mempermudah pengambilan data dan dapat diperoleh data yang lebih lengkap dan riil.
- Untuk penelitian selanjutnya, diperlukan penghitungan biaya *breakdown* secara menyeluruh meliputi kerugian akibat terhentinya mesin, biaya penyimpanan persediaan, dan lain-lain.
- Diperlukan pengolahan data yang serupa untuk tahun-tahun sebelumnya dan agar tren kerusakan mesin dapat terlihat. Sehingga nantinya interval perawatan antara 2 kegiatan dapat sesuai dengan keadaan mesin di bengkel.

DAFTAR PUSTAKA

1. Ahyari, Agus. 2002. *Manajemen Produksi; Pengendalian Produksi*. Yogyakarta: BPFE.
2. Assauri, Sofjan. 2008. *Manajemen Produksi dan Operasi*. Jakarta: LP-FEUI
3. Corder, Anthony dan K. Hadi. 1992. *Teknik Manajemen Pemeliharaan*. Jakarta: Erlangga.
4. Daryus, Asyari. 2007. *Manajemen Pemeliharaan Mesin*. Jakarta: Universitas Darma Persada.
5. Dhillon, B.S. 2006. *Maintainability, Maintenance, and Reliability for Engineers*, Boca Raton: Taylor & Francis.
6. Garg, H. P. *Industrial Maintenance*. New Delhi: S. Chand & Company Ltd.
7. Hazma, Sri Nur Y. 2006. *Bahasa Indonesia Ilmiah dan Tata Tulis Laporan*. Bandung: Politeknik Manufaktur Bandung.
8. Handoko, T. Hani. 1991. *Dasar-dasar Manajemen Produksi dan Operasi*. Yogyakarta: BPFE
9. Heizer, Jay dan Barry Render. 2001. *Operation Management, 10th edition*, New Jersey: Prentice-Hall Inc.
10. Mobley, R. Keith. 2008. *Maintenance Engineering Handbook*. New York: McGraw Hill.

11. Mulyadi. 1999. *Akuntansi Biaya*. Yogyakarta: UPP STIM YKPN.
12. Setiawan, F.D. 2008. *Perawatan Mekanikal Mesin Produksi*. Yogyakarta: Maximus.
13. Sudjana, 1996. *Teknik Analisis Data Kualitatif*. Bandung: Penerbit Tarsito.
14. Supranto, J. 1988. *Statistik: Teori dan Aplikasi Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.