

# PENJADWALAN *PREVENTIVE* DENGAN METODE ANALISIS BIAYA MINIMAL

Halim Mahfud

Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik UPN "Veteran" Jakarta  
Jl. RS. Fatmawati Pd. Labu Jakarta Selatan

---

## *Abstract*

*Machine is a facility which is very support efficacy the way production. Quality of machine can determine also the quality of yielded product. Maintenance is a way of to reach the condition of machine remain to in condition of better. Preventive maintenance is conducted by conservancy at time gap which is determine previously or there are other criterion which elaborated and meant to lessen possibility of other not fulfill acceptable condition. PT. Sanggar Sarana Baja represent a company which is active in manufactur. Natural problems of this company is is often happening of damage at welding machine unit. To take care consistency of is quality of yielded production and as according to standard which have been specified and also as according to requirement of consumer, hence needed by the existence of conservancy of preventive maintenance what more effective again. Technique to support conservancy of preventive maintenance what more effective again, hence again by solution of problems by using repair wisdom and wisdom conservancy of preventive with analysis at intake of damage of welding machine unit with type which is its amount is biggest at the type, that is Mig Welding type Transmig Lincoln DC 400A amounting to 26 machine later than ARC Welding type Trans ARC CIG 400A amounting to 29 machine and Tig Welding type Transtig Miller Syncrowave 250A amounting to 10 machine in January-December during five years between 2002-2006 by paying attention released maintenance cost by previous company. By using repair wisdom and wisdom conservancy of preventive, hence for the unit of Mig Welding type Transmig Lincoln DC 400A preventive maintenance taken is once four month, later than for the unit of ARC Welding type Trans ARC CIG 400A preventive maintenance taken is once four month and Tig Welding type Transtig Miller Syncrowave 250A preventive maintenance taken is once two month.*

**Key Words :** *Preventive Maintenance, Mig Welding*

---

## PENDAHULUAN

Pemeliharaan terhadap mesin yang dioperasikan penting dilakukan untuk mendapatkan hasil yang optimal seperti yang diharapkan perusahaan. Tindakan pemeliharaan merupakan suatu upaya untuk menjaga agar kemampuan mesin produksi tetap pada kondisi yang baik.

Salah satu jenis pemeliharaan yang sering diterapkan perusahaan adalah pemeliharaan pencegahan (*preventive maintenance*) yaitu pemeliharaan yang dilakukan pada selang waktu yang ditentukan dan dimaksudkan untuk mengurangi kemungkinan suatu bagian tidak memenuhi kondisi yang bisa diterima. Pemeliharaan bertujuan untuk memberi dukungan kepada produksi, yaitu untuk meningkatkan waktu produksi, meningkatkan kualitas produksi dan mengurangi biaya produksi akibat terjadinya kerusakan secara mendadak atau mengurangi waktu berhenti yang tidak dikehendaki.

PT. Sanggar Sarana Baja adalah perusahaan swasta yang memproduksi berbagai jenis produk yang terbuat dari baja. Salah satu alat produksi utama yang digunakan adalah mesin las. Perusahaan memiliki mesin las berjumlah 120 mesin, tiga diantaranya adalah mesin las

Transmig Lincoln DC 400A, Trans ARC CIG 400A dan Transtig Miller Syncrowave 250A. Penelitian ini merupakan upaya untuk mengurangi biaya pemeliharaan unit mesin las melalui kebijaksanaan penjadwalan *preventive maintenance* agar biaya pemeliharaan dapat lebih rendah dan daya kerja mesin dapat bekerja secara maksimal.

## TINJAUAN PUSTAKA

Kegiatan pemeliharaan yang dilakukan pada unit mesin las merupakan suatu kegiatan yang membutuhkan koordinasi dan manajemen yang baik agar mampu mengarahkan semua aktivitas yang berkaitan dengan pemeliharaan menuju ke tujuan yang sudah direncanakan

sebelumnya. Oleh sebab itu, perusahaan harus memperhatikan kemampuan mesin, jenisnya dan hal-hal lain yang dapat berpengaruh terhadap penggunaan mesin.

Banyaknya masalah di bidang pemeliharaan, membutuhkan strategi dalam pelaksanaannya. Pemilihan strategi pemeliharaan yang tepat dapat memberikan hasil optimum terhadap kesiapan mesin (*availability*) dalam mendukung proses produksi dengan biaya total yang ekonomis.

Pemeliharaan (*maintenance*) adalah suatu kombinasi dari setiap tindakan yang dilakukan untuk menjaga atau memperbaiki suatu barang sampai suatu kondisi yang bisa diterima. Tujuan pemeliharaan yang utama adalah memperpanjang usia kegunaan aset, menjamin ketersediaan optimum peralatan produksi, mendapatkan laba investasi (*return of investment*) maksimum, menjamin kesiapan operasional dari seluruh peralatan yang diperlukan, dan menjamin keselamatan kerja.

#### **Pemeliharaan terencana (*planned maintenance*)**

Pemeliharaan terencana (*planned maintenance*) adalah kegiatan pemeliharaan yang terorganisir dan dilaksanakan berdasarkan orientasi untuk masa depan dengan pengendalian serta dokumentasi yang mengacu pada rencana sebelumnya. Pemeliharaan terencana dibagi menjadi 2 (dua) aktivitas utama, yaitu pemeliharaan pencegahan (*preventive maintenance*) dan pemeliharaan korektif (*corrective maintenance*).

#### ***Preventive Maintenance***

Pemeliharaan pencegahan (*preventive maintenance*) adalah pemeliharaan yang dilakukan pada selang waktu yang telah ditentukan sebelumnya atau terdapat kriteria lain yang telah diuraikan dan dimaksudkan untuk mengurangi kemungkinan alat jasa tidak dapat memenuhi kondisi yang dapat diterima dan berorientasi untuk mencegah penurunan fungsi pada komponen dari alat yang digunakan.

Secara garis besar kegiatan pemeliharaan pencegahan (*preventive*) dapat digolongkan ke dalam 4 (empat) periode, yaitu : (1). Evaluasi kondisi adalah evaluasi terhadap kondisi kegiatan pemeliharaan yang digunakan saat ini (sebelum dibuat perencanaan yang baru), (2). Perencanaan adalah berdasarkan situasi dan kondisi yang ada dibuat suatu program

pemeliharaan tahunan yang baru dan lebih efektif kemudian disusun secara periodik baik dari tahunan, bulanan, mingguan maupun harian, (3). Evaluasi dan analisis adalah pengolahan data yang didapat sebagai hasil pelaksanaan rencana kegiatan yang telah disusun sebelumnya, serta rencana-rencana kegiatan yang dilakukan untuk melakukan upaya perbaikan setelah diperoleh hasil evaluasi dan analisis, (4). Pelaksanaan adalah pelaksanaan (operasional) pemeliharaan pencegahan (*preventive*) yang mengutamakan hasil pemeriksaan (inspeksi) terhadap suatu kondisi mesin yang selanjutnya, jika ditemukan kejanggalan akan segera dilaksanakan langkah-langkah pencegahan maupun reparasi yang dituangkan dalam bentuk laporan inspeksi, permintaan kerja pemeliharaan dan lain-lain. Data-data yang diperoleh kemudian dianalisis untuk menetapkan kebijakan yang tepat di waktu yang akan datang.

Pemeliharaan preventif memerlukan sarana pencatatan yang dapat berupa kartu atau formulir. Banyaknya formulir yang dibutuhkan tergantung pada sistem aktivitas pemeliharaan yang dilakukan di perusahaan industri baja.

Beberapa bentuk formulir yang secara dasar (pokok) dibutuhkan pada pemeliharaan preventif adalah sebagai berikut:

#### **Order inspeksi**

Adalah bentuk formulir yang dibutuhkan untuk mencatat kejadian-kejadian yang ditemui oleh pekerja pemeliharaan selama melakukan inspeksi pada suatu unit atau komponen kritis yang harus menjalani pemeriksaan.

#### **Catatan historis mesin dan peralatan**

Adalah bentuk formulir untuk mencatat data yang dikumpulkan data unit-unit mesin dan peralatan sebagai hasil pekerjaan inspeksi yang dilakukan setiap bulan.

#### **Laporan Kerusakan**

Adalah formulir yang disediakan untuk membuat laporan kerusakan yang terjadi pada mesin atau peralatan lain ini, digunakan oleh bagian pemeliharaan untuk mengambil tindakan korektif yang dapat menjamin agar tidak terjadi kerusakan lagi.

#### **Analisa Keputusan**

Adalah bentuk formulir yang disediakan untuk menganalisis kerusakan ini disiapkan

secara bulanan oleh bagian pencatatan pemeliharaan preventif. Laporan kerusakan yang sudah masuk merupakan sumber yang mendasari dalam mempersiapkan laporan ini.

**Pemeliharaan korektif (corrective maintenance)**

Pemeliharaan korektif (corrective maintenance) adalah pemeliharaan yang dilakukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kondisi fasilitas atau bagian (termasuk penyetelan dan reparasi) yang telah terhitung untuk mencapai suatu kondisi atau standar yang dapat diterima. Pemeliharaan korektif juga meliputi reparasi minor, terutama untuk jangka pendek yang mungkin timbul diantara pemeriksaan (inspeksi) dan juga termasuk kegiatan perbaikan menyeluruh (overhaul). Pengujian dan perbaikan menyeluruh dari suatu alat atau mesin sampai dengan kondisi yang dapat diterima.

**Pemilihan kebijaksanaan pemeliharaan**

Biaya bulanan dapat ditentukan secara sederhana melalui biaya reparasi yang dikalikan dengan semua unit mesin yang mengalami kerusakan per bulan kemudian dibagi dengan jumlah antara bulan setelah pemeliharaan yang diperkirakan dikali dengan probabilitas terjadinya kerusakan-kerusakan unit mesin tersebut menurut T. Hani Handoko edisi I (pertama) cetakan 13 (tiga belas) September 2000, atau dapat dirumuskan :

$$TCr = \frac{NC_2}{\sum_{i=1}^j iP_j}$$

Di mana :

TCr = biaya bulanan

N = jumlah seluruh mesin rusak pada periode tertentu

= bulan setelah pemeliharaan

= probabilitas terjadinya kerusakan

C2 = biaya reparasi yang ditetapkan oleh perusahaan

**Kebijaksanaan pemeliharaan preventif.**

Kebijaksanaan ini harus dipandang sebagai terdiri dari enam sub-sub kebijaksanaan, di mana setiap sub kebijaksanaan berhubungan dengan jumlah bulan tertentu antara operasi-operasi pemeliharaan. Ini berarti, kita harus menentukan biaya program pemeliharaan preventif yang meliputi pemeliharaan setiap satu bulan, setiap

dua bulan, setiap tiga bulan dan seterusnya. Untuk melakukannya, kita pertama kali menghitung jumlah kerusakan total setiap alternatif. Persamaan untuk menghitung jumlah kerusakan yang diperkirakan, di mana n adalah kebijaksanaan untuk jumlah periode yang akan berlalu antar penyetelan-penyetelan preventif, adalah :

$$B_n = N \sum_{i=1}^n P_n + B_{(n-1)}P_1 + B_{(n-2)}P_2 + B_{(n-3)}P_3 + \dots + B_1P_{(n-1)}$$

Di mana :

$B_{(n-1)}P_1$  = jumlah kerusakan yang diperkirakan dalam n dikalikan dengan probabilitas mesin rusak pada periode pertama

$B_1P_{(n-1)}$  = jumlah kerusakan yang diperkirakan pada bulan pertama dikalikan dengan probabilitas mesin rusak dalam periode n

N = jumlah mesin dalam kelompok

$P_n$  = probabilitas mesin rusak dalam periode n

$B_n$  = perhitungan jumlah kerusakan mesin

Setelah mendapatkan jumlah kerusakan mesin yang diperkirakan kemudian mencari jumlah rata-rata kerusakan per bulan, dirumuskan sebagai berikut :

$$c = b_n : a_n$$

Di mana :

c = jumlah kerusakan rata-rata per bulan

$b_n$  = jumlah kerusakan yang diperkirakan

$a_n$  = pemeliharaan tiap n bulan

Langkah selanjutnya adalah menentukan biaya kerusakan mesin yang diperkirakan per bulan, atau :

$$d = c \times C_1$$

Di mana :

d = biaya kerusakan yang diperkirakan per bulan

c = jumlah rata-rata kerusakan per bulan

$C_1$  = biaya pelaksanaan pemeliharaan untuk satu mesin yang ditetapkan oleh perusahaan.

Langkah berikutnya adalah menentukan biaya pemeliharaan preventif yang diperkirakan per bulan, dirumuskan sebagai berikut :

$$e = \frac{1}{a_n} \times c \times N$$

Di mana :

e = biaya pemeliharaan preventif yang diperkirakan per bulan

$a_n$  = pemeliharaan tiap n bulan

C2 = biaya reparasi yang telah ditetapkan oleh perusahaan

N = jumlah mesin rusak dalam kelompok

Untuk langkah terakhir yang diambil adalah dengan menentukan biaya sub kebijaksanaan pemeliharaan bulanan total yang diperlukan, atau dapat di lihat pada rumus sebagai berikut :

$$f = d + e$$

Di mana :

f = biaya sub kebijaksanaan pemeliharaan bulanan total yang diperlukan

d = biaya kerusakan yang diperkirakan per bulan

e = biaya pemeliharaan preventif yang diperkirakan per bulan

(2). Pemeliharaan preventif suatu alternatif kebijaksanaan pemeliharaan. Reparasi mesin setelah rusak sering bukan merupakan kebijaksanaan pemeliharaan yang paling baik

karena pemeliharaan yang "baik" adalah mencegah kerusakan. Biaya pemeliharaan terbesar biasanya bukan biaya reparasi, bahkan bila hal itu dilakukan dengan kerja lembur.

Dalam kasus penentuan kebijaksanaan menghadapi 3 (tiga) alternatif. Tabel 1 meringkas ke tiga pendekatan umum pemeliharaan perbaikan preventif dan kondisional yang tersedia sebagai kemungkinan kebijaksanaan pemeliharaan perusahaan. Seperti ditunjukkan gambar 2.3, di mana biaya pemeliharaan preventif terdiri atas biaya-biaya yang timbul dari kegiatan pemeriksaan dan penyesuaian peralatan, penggantian atau perbaikan komponen-komponen dan kehilangan waktu produksi yang diakibatkan kegiatan-kegiatan tersebut.

**Tabel 1.** Berbagai Kebijakan Dan Alternatif Pemeliharaan

Kebijakan- Kebijakan Pemeliharaan	Alternatif-Alternatif Pemeliharaan			
	Mereparasi, memperbaiki atau mengganti pada akhir n jam operasi	Mereparasi, memperbaiki atau mengganti pada periode waktu persiapan	Mereparasi, memperbaiki atau mengganti setelah kerusakan	Memeriksa, mengukur kebutuhan reparasi perbaikan atau penggantian
Pemeliharaan Perbaikan ( <i>remedial</i> )			v	
Pemeliharaan Preventif ( <i>preventive maintenance</i> )	v	v		
Pemeliharaan Kondisional				v

Sumber : Sukanto Reksodiprodjo tahun 1995.

Biaya pemeliharaan korektif adalah biaya-biaya timbul bila peralatan rusak atau tidak dapat beroperasi, yang meliputi kehilangan waktu produksi, biaya pelaksanaan pemeliharaan ataupun biaya penggantian peralatan. Dari gambar tersebut dapat ditemukan bahwa pemeliharaan preventif lebih rendah pemeliharaannya mengenai masalah biaya dari pada pemeliharaan korektif yang lebih tinggi disebabkan oleh titik optimum terhadap biaya lebih tinggi pemeliharaan korektif. Tujuan kita adalah menemukan tingkat pemeliharaan preventif yang dapat meminimumkan biaya total operasi pemeliharaan.

Biaya pemeliharaan korektif sering di atas biaya pemeliharaan pencegahan sampai pada titik optimum, sesudah titik optimum tersebut pemeliharaan pencegahan tidak ekonomis walaupun keamanan dan tujuan lain

memerlukan. Pemeliharaan pencegahan memerlukan sistem perakitan yang baik, personalia terlatih, pemeriksaan teratur dan pelayanan yang baik. Biaya pemeliharaan pencegahan meningkat dengan meningkatnya kegiatan pemeliharaan sedang dengan adanya alat rusak, pekerja dan mesin akan menganggur sehingga waktu produksi hilang, jadwal tak terpenuhi dan perbaikan darurat menjadi mahal. Tetapi biaya pemeliharaan berkurang dengan meningkatnya kegiatan pemeliharaan.

## PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

### Pengumpulan Data

Data yang digunakan adalah data jumlah semua jenis unit mesin las dengan jenis yang jumlahnya terbesar dan jumlah unit mesin las

yang rusak pada tipe tersebut, yaitu *Mig Welding* jenis *Transmig Lincoln DC 400A* yang berjumlah 26 mesin.

**Data kerusakan unit mesin las**

Data yang digunakan adalah data jumlah unit mesin las yang rusak pada tipe tersebut, yaitu *Mig Welding* jenis *Transmig Lincoln DC 400A* yang berjumlah 26 mesin periode bulan Januari-Desember pada 5 (lima) tahun, yaitu antara 2002-2009.

**Tabel 2. Frekuensi Mesin Rusak**

Bulan Terjadinya Mesin Rusak	Frekuensi Mesin Rusak					Total Keseluruhan Dalam 5 Tahun
	2002	2003	2004	2005	2006	
Januari	-	1	2	-	1	4
Februari	-	3	1	1	-	5
Maret	2	-	-	-	2	4
April	2	1	1	-	-	4
Mei	-	-	8	-	1	9
Juni	-	1	-	4	1	6
Juli	1	2	-	-	-	3
Agustus	-	2	-	2	3	7
September	2	-	5	2	1	10
Oktober	4	-	-	3	1	8
November	2	4	3	2	3	14
Desember	-	3	1	-	5	9
Total Kerusakan Dalam 1 tahun	13	17	21	14	18	83
<b>Total Biaya Yang Dikeluarkan Perusahaan</b>	<b>Rp14.125.000</b>	<b>Rp11.255.000</b>	<b>Rp14.245.500</b>	<b>Rp9.067.500</b>	<b>Rp9.559.000</b>	

**Pengolahan Data**

Berdasarkan informasi dan data-data yang telah dikumpulkan kemudian dianalisis dan dipikirkan langkah-langkah pemecahan masalah yang ada, maka akan dibuat suatu program pemeliharaan yang disusun secara periodik. Dalam bab ini penulis tidak membahas secara detail mengenai permasalahan yang ada, melainkan membatasi hanya pada penyusunan program pemeliharaan pencegahan saja.

Hal-hal yang digunakan untuk membuat program pemeliharaan pencegahan dan pembahasan mengenai perencanaan anggaran pemeliharaan dengan menggunakan asumsi-asumsi yang dianggap perlu.

**Penentuan probabilitas mesin rusak**

Kebijaksanaan pemeliharaan pencegahan didasarkan pada model probabilitas. Model ini memerlukan data bulan pelayanan setelah pemeliharaan. Berbagai probabilitas yang ditunjukkan dalam tabel merupakan hasil "pengujian nyata".

Data jenis ini diperoleh melalui pengambilan sampel untuk diuji dan diamati apa yang terjadi pada unit mesin las selama periode waktu tertentu. Di perusahaan baja tersebut terdapat 120 (seratus dua puluh) unit mesin las yang digunakan untuk melakukan kegiatan produksinya. Di sini penulis membuat penjadwalan pemeliharaan preventif untuk 3 (tiga) tipe mesin las yang memiliki jumlah jenisnya terbesar, yaitu *Mig Welding* dengan jenis *Transmig Lincoln DC 400A* yang berjumlah 26 (dua puluh enam) unit, *ARC Welding* dengan jenis *Trans ARC CIG 400A* yang berjumlah 29 (dua puluh sembilan) unit dan *Tig Welding* dengan jenis *Transtig Miller Syncrowave 250A* yang berjumlah 10 (sepuluh) unit.

**Transmig Lincoln DC 400A**

Pertama-tama hal yang terlebih dahulu dilakukan sebelum menentukan probabilitasnya adalah menentukan rata-rata frekuensi kerusakan per bulannya. Keterangan tentang penjelasan hal tersebut dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

**Tabel 3. Rata-rata Frekuensi Mesin Rusak Per Tahun Per Bulan**

Bulan Terjadinya Kerusakan mesin	Jumlah frekuensi mesin rusak selama 5 tahun	Rata-rata frekuensi mesin rusak per tahun
Januari	4	4 : 5 = 0,8
Februari	5	5 : 5 = 1,0
Marct	4	4 : 5 = 0,8
April	4	4 : 5 = 0,8
Mei	9	9 : 5 = 1,8
Juni	6	6 : 5 = 1,2
Juli	3	3 : 5 = 0,6
Agustus	7	7 : 5 = 1,4
September	10	10 : 5 = 2,0
Oktober	8	8 : 5 = 1,6
November	14	14 : 5 = 2,8
Desember	9	9 : 5 = 1,8
<b>Jumlah</b>	<b>83</b>	<b>16,6</b>

Sumber : Pengolahan data.

Langkah selanjutnya adalah menentukan probabilitas frekuensi kerusakan mesin tersebut, yaitu di dapat dengan cara membagi antara

jumlah rata-rata frekuensi mesin rusak per bulan dengan jumlah rata-rata frekuensi mesin rusak pertahun.

**Tabel 4. Distribusi Probabilitas Frekuensi Mesin Rusak**

Bulan setelah pemeliharaan (i)	Probabilitas terjadinya kerusakan (P <sub>i</sub> )
1	0,8 : 16,6 = 0,048
2	1,0 : 16,6 = 0,061
3	0,8 : 16,6 = 0,048
4	0,8 : 16,6 = 0,048
5	1,8 : 16,6 = 0,108
6	1,2 : 16,6 = 0,073
7	0,6 : 16,6 = 0,036
8	1,4 : 16,6 = 0,084
9	2,0 : 16,6 = 0,121
10	1,6 : 16,6 = 0,096
11	2,8 : 16,6 = 0,169
12	1,8 : 16,6 = 0,108

Sumber : Pengolahan data.

Rata-rata "kehidupan" mesin dapat diperoleh dengan cara jumlah bulan dioperasikannya mesin di bagi dengan jumlah rata-rata frekuensi mesin rusak per tahunnya. Terlebih dahulu adalah mencari jumlah bulan dioperasikannya mesin yang digunakan, yaitu dengan cara mengalikan rata-rata frekuensi mesin rusak pada periode bulan tertentu dengan waktu atau bulan mesin rusak.

**Tabel 5. Kehidupan Mesin Transmig Lincoln DC 400A**

(a)	(b)	(c)
Waktu (bulan) kerusakan mesin	Rata-rata frekuensi mesin rusak	Jumlah bulan dioperasikan (a x b)
1	0,8	0,8
2	1,0	2,0
3	0,8	2,4
4	0,8	3,2
5	1,8	9,0
6	1,2	7,2
7	0,6	4,2
8	1,4	11,2
9	2,0	18,0
10	1,6	16,0
11	2,8	30,8
12	1,8	21,6
<b>Jumlah</b>	<b>16,6</b>	<b>126,4</b>

Sumber : Pengolahan data.

Setelah mendapatkan jumlah bulan dioperasikan mesin tersebut, maka dapat ditentukan rata-rata umur mesin tersebut. Sehingga rata-rata umur mesin adalah jumlah bulan mesin dioperasikan dibagi dengan jumlah rata-rata frekuensi mesin rusak per tahunnya  $126,4 : 16,6 = 7,61$  bulan sebelum terjadi kerusakan. Kemudian jumlah rata-rata kerusakan dalam 1 (satu) bulan akan didapat, yaitu dengan jalan membagi jumlah rata-rata frekuensi mesin rusak per tahunnya

dengan rata-rata umur mesin 16,6 : 7,61 atau menjadi 2,18 mesin.

**Biaya Perbaikan**

Biaya bulanan ( TCr ) dapat ditentukan secara sederhana, yaitu dengan mengetahui biaya reparasi yang telah ditetapkan oleh perusahaan (C<sub>2</sub>) dikalikan dengan unit mesin las yang

$$TCr = \frac{NC_2}{\sum_{i=1}^j iP_j}$$

**Kebijaksanaan Pemeliharaan Preventif**

Kebijaksanaan ini harus dipandang sebagai terdiri dari enam sub-sub kebijaksanaan dan setiap sub kebijaksanaan berhubungan dengan jumlah bulan tertentu antara operasi-operasi pemeliharaan. Ini berarti, kita harus menentukan biaya program pemeliharaan preventif yang meliputi pemeliharaan setiap 1 (satu) bulan, setiap 2 (dua) bulan, setiap 3 (tiga) bulan, setiap 4 (empat) bulan dan seterusnya.

mengalami kerusakan per tahunnya ( N ) dan membaginya dengan penjumlahan antara bulan yang diperkirakan dengan probabilitas kerusakan-kerusakan unit mesin tersebut, menurut T. Hani Handoko : September 2000 atau dengan rumus :

Tahap-tahap penyelesaiannya dapat dilihat pada rumus. Persamaan untuk menghitung jumlah kerusakan yang diperkirakan B<sub>n</sub>, di mana n adalah kebijaksanaan untuk jumlah periode yang akan berlalu antar penyetelan-penyetelan preventif menurut T. Hani Handoko : September 2000, adalah :

$$B_n = N \sum_i^n P_n + B_{(n-1)}P_1 + B_{(n-2)}P_2 + B_{(n-3)}P_3 + \dots + B_1P_{(n-1)}$$

Di mana :

B<sub>(n-1)</sub>P<sub>1</sub> = jumlah kerusakan yang diperkirakan dalam n dikalikan dengan probabilitas mesin rusak pada periode pertama

B<sub>1</sub>P<sub>(n-1)</sub> = jumlah kerusakan yang diperkirakan pada bulan pertama dikalikan dengan probabilitas mesin rusak dalam periode n

N = jumlah kerusakan mesin dalam kelompok

P<sub>n</sub> = probabilitas mesin rusak dalam periode n

B<sub>n</sub> = perhitungan jumlah kerusakan mesin

**Transmig Lincoln DC 400A**

Jumlah kerusakan yang diperkirakan, bila pemeliharaan preventif dilakukan setiap 1 (satu) bulan :

$$B_1 = NP_1 = 16,6 \times 0,048 = 0,797 \text{ mesin.}$$

Bila kebijaksanaan adalah memelihara setiap 2 (dua) bulan :

$$B_2 = N(P_1 + P_2) + B_1P_1 = 16,6(0,048 + 0,061) + (0,797 \times 0,048) = 1,809 \text{ 0,038} = 1,847 \text{ mesin.}$$

Bila kebijaksanaan adalah memelihara setiap 3 (tiga) bulan :

$$B_3 = N(P_1 + P_2 + P_3) + B_2P_1 + B_1P_2 = 16,6(0,048 + 0,061 + 0,048) + (1,847 \times 0,048) + (0,797 \times 0,061) = 2,606 + 0,089 + 0,049 = 2,744 \text{ mesin.}$$

Bila kebijaksanaan adalah memelihara setiap 4 (empat) bulan :

$$B_4 = N(P_1 + P_2 + P_3 + P_4) + B_3P_1 + B_2P_2 + B_1P_3$$

$$= 16,6(0,048 + 0,061 + 0,048 + 0,048) + (2,744 \times 0,048) + (1,847 \times 0,061) + (0,797 \times 0,048)$$

$$= 3,403 + 0,132 + 0,113 + 0,038 = 3,686 \text{ mesin.}$$

Bila kebijaksanaan adalah memelihara setiap 5 (lima) bulan :

$$B_5 = N(P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5) + B_4P_1 + B_3P_2 + B_2P_3 + B_1P_4$$

$$= 16,6(0,048 + 0,061 + 0,048 + 0,048 + 0,108) + (3,686 \times 0,048) + (2,744 \times 0,061) + (1,847 \times 0,048) + (0,797 \times 0,048)$$

$$= 5,196 + 0,177 + 0,167 + 0,089 + 0,038 = 5,667 \text{ mesin.}$$

Bila kebijaksanaan adalah memelihara setiap 6 (enam) bulan :

$$B_6 = N(P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6) + B_5P_1 + B_4P_2 + B_3P_3 + B_2P_4 + B_1P_5$$

$$= 16,6(0,048 + 0,061 + 0,048 + 0,048 + 0,1108 + 0,073) + (5,667 \times 0,048) + (3,686 \times 0,061) + (2,744 \times 0,048) + (1,847 \times 0,048) + (0,797 \times 0,108)$$

$$= 6,408 + 0,272 + 0,225 + 0,133 + 0,089 + 0,086 = 7,213 \text{ mesin.}$$

Bila kebijaksanaan adalah memelihara setiap 7 (tujuh) bulan :

$$B_7 = N(P_1 + P_2 + \dots + P_7) + B_6P_1 + B_5P_2 + \dots + B_1P_6$$

$$= 16,6(0,048 + 0,061 + \dots + 0,036) + (7,213 \times 0,048) + (5,667 \times 0,061) + \dots + (0,797 \times 0,073)$$

$$= 7,005 + 0,346 + 0,346 + 0,177 + 0,132 + 0,199 + 0,058 = 8,263 \text{ mesin.}$$

Bila kebijaksanaan adalah memelihara setiap 8 (delapan) bulan :

$$B_8 = N(P_1 + P_2 + \dots + P_8) + B_7P_1 + B_6P_2 + \dots + B_1P_7$$

$$= 16,6(0,048 + 0,061 + \dots + 0,084) + (8,263 \times 0,048) + (7,213 \times 0,061) + \dots + (0,797 \times 0,036)$$

$$= 8,3996 + 0,397 + 0,4399 + 0,272 + 0,177 + 0,296 + 0,135 + 0,029$$

$$= 10,146 \text{ mesin.}$$

Bila kebijaksanaan adalah memelihara setiap 9 (sembilan) bulan :

$$B_9 = N(P_1 + P_2 + \dots + P_9) + B_8P_1 + B_7P_2 + \dots + B_1P_8$$

$$= 16,6(0,048 + 0,061 + \dots + 0,121) + (10,146 \times 0,048) + (8,263 \times 0,061) + \dots + (0,797 \times 0,084)$$

$$= 10,408 + 0,487 + 0,504 + 0,346 + 0,272 + 0,398 + 0,200 + 0,066 + 0,067$$

$$= 12,748 \text{ mesin.}$$

Bila kebijaksanaan adalah memelihara setiap 10 (sepuluh) bulan :

$$B_{10} = N(P_1 + P_2 + \dots + P_{10}) + B_9P_1 + B_8P_2 + \dots + B_1P_9$$

$$= 16,6(0,048 + 0,061 + \dots + 0,096) + (12,748 \times 0,048) + (10,146 \times 0,061) + \dots + (0,797 \times 0,121)$$

$$= 12,002 + 0,612 + 0,619 + 0,397 + 0,346 + 0,612 + 0,269 + 0,099 + 0,155 + 0,096$$

$$= 15,207 \text{ mesin.}$$

Bila kebijaksanaan adalah memelihara setiap 11 (sebelas) bulan :

$$B_{11} = N(P_1 + P_2 + \dots + P_{11}) + B_{10}P_1 + B_9P_2 + \dots + B_1P_{10}$$

$$= 16,6(0,048 + 0,061 + \dots + 0,169) + (15,207 \times 0,048) + (12,748 \times 0,061) + \dots + (0,797 \times 0,096)$$

$$= 14,807 + 0,7299 + 0,778 + 0,487 + 0,397 + 0,779 + 0,414 + 0,132 + 0,230 + 0,223 + 0,077$$

$$= 19,054 \text{ mesin.}$$

Bila kebijaksanaan adalah memelihara setiap 12 (dua belas) bulan :

$$B_{12} = N(P_1 + P_2 + \dots + P_{12}) + B_{11}P_1 + B_{10}P_2 + \dots + B_1P_{11}$$

$$= 16,6(0,048 + 0,061 + \dots + 0,108) + (19,054 \times 0,048) + (15,207 \times 0,061) + \dots + (0,797 \times 0,169)$$

$$= 16,6 + 0,915 + 0,928 + 0,612 + 0,487 + 0,892 + 0,527 + 0,204 + 0,3096 + 0,33 + 0,177 + 0,135$$

$$= 22,119 \text{ mesin.}$$

Setelah mencari atau menghitung jumlah kejadian kerusakan mesin yang diperkirakan dalam M bulan. Maka, biaya sub kebijaksanaan pemeliharaan bulanan total akan didapatkan dengan cara menjumlahkan biaya pemeliharaan preventif yang diperkirakan dengan biaya kerusakan yang diperkirakan. Penjelasan lebih lanjut akan hal tersebut tentang hal tersebut dapat

dilihat pada tabel 4.16 yang menjelaskan tentang perhitungan biaya-biaya pemeliharaan untuk *Transmig Lincoln DC 400A*.

#### ANALISIS HASIL PENGOLAHAN DATA

Langkah selanjutnya setelah melakukan pengumpulan dan pengolahan data adalah melakukan analisis terhadap hasil yang sudah



didapat dari bab sebelumnya. Dari hasil pengolahan data dapat dilihat bahwa dengan melakukan pemeliharaan preventif unit mesin las, perusahaan tersebut dapat melakukan penghematan biaya pemeliharaan.

Selama ini pemeliharaan preventif pada perusahaan tersebut memang belum berjalan baik. Dalam segi biaya masih bisa diminimalkan lagi setelah dihitung dengan menggunakan kebijaksanaan perbaikan mesin dan kebijaksanaan pemeliharaan preventif (*preventive maintenance*).

Unit mesin las *Mig Welding* jenis *Transmig Lincoln DC 400A* dapat dianalisis bahwa sub kebijaksanaan yang paling baik digunakan adalah melaksanakan pemeliharaan preventif (*preventive maintenance*) setiap 4 (empat) bulanan sekali. Pendekatan ini juga jauh lebih murah dibandingkan dengan kebijaksanaan perbaikan yang telah didapat, maka penghematan biaya pemeliharaan preventif sebesar Rp 1.699.582,773 (Rp 3.269.432,773-Rp 1.569.750).

## SIMPULAN

Dengan menggunakan metode kebijaksanaan pemeliharaan perbaikan dan kebijaksanaan pemeliharaan preventif (*preventive maintenance*) maka perusahaan dapat menghemat biaya pemeliharaan preventif (*preventive maintenance*) sebesar Rp 1.699.582,773 untuk mesin las *Transmig Lincoln DC 400A* yang berjumlah 26 (dua puluh enam) unit mesin las. Pemeliharaan pencegahan lebih baik dilakukan daripada pemeliharaan perbaikan atau kerusakan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Corder, Antony., Alih Bahasa Hadi, Kusnul, Ir. *Teknik Manajemen Pemeliharaan*, Penerbit Erlangga, Jakarta : 1992.
- Hani, T, Handoko. *Dasar-Dasar Manajemen Produksi Dan Operasi*, edisi ke-1, BPFE-Yogyakarta, 2000.
- Reksohadiprodjo, M, Sukanto. *Manajemen Produksi Dan Operasi*, edisi ke-1, Penerbit BPFE-Yogyakarta, 1995.
- Sugiyono. *Metode Penelitian Bisnis*. Penerbit Alfabeta, CV., Bandung : 2004.