

STUDY PEMELIHARAAN TURBIN AIR PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR DENGAN KAPASITAS 73,2 MW DI PT.INALUM POWER PLANT PARITOHAN

Alfian Hamsi *

ABSTRAK

Pentingnya sistem pemeliharaan pada sebuah perusahaan memang tidak dapat dipungkiri lagi, sebab sangat berpengaruh terhadap kapasitas produksi dan keuntungan perusahaan, tetapi apabila sistem manajemen pemeliharaan tersebut terlalu jarang atau sering dilakukan, maka akan mengakibatkan kerugian besar bagi perusahaan. Maka dari itu, penulisan skripsi ini bertujuan untuk menentukan waktu dan biaya Alternatif Preventive Maintenance yang menguntungkan bagi sebuah perusahaan, dan juga untuk membandingkan sistem manajemen Preventive Maintenance (PM) dengan manajemen Breakdown Maintenance (BM). Dimana hal tersebut dapat ditinjau dari segi umur pemakaian dan biaya pemeliharaannya yang diperoleh berdasarkan data-data yang ada, sehingga kita dapat menentukan sistem manajemen pemeliharaan (Maintenance) yang lebih menguntungkan. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh bahwa dengan menggunakan sistem manajemen Preventive Maintenance (PM) kita dapat menentukan waktu pemeliharaan yang tepat dan biaya pemeliharaan yang lebih murah, dibandingkan dengan sistem manajemen Breakdown Maintenance (BM) dan pada sistem manajemen Preventive Maintenance umur mesin lebih tahan lama dibandingkan dengan sistem manajemen Breakdown Maintenance.

Kata Kunci : ManPower, Manhour, Tool, Equipment, Cosumable, Material

* Alfian Hamsi : Staf Pengajar Departemen Teknik Mesin Fak.Teknik USU

1. PENDAHULUAN

Kecanggihan teknologi dibidang mesin-mesin industri semakin lama semakin meningkat sesuai dengan kebutuhan, sehingga secara otomatis menuntut adanya suatu sistem pemeliharaan (*Maintenance*) yang dapat mengurangi tingkat kerusakan dan memperpanjang umur suatu mesin. Sehingga diharapkan sistem pemeliharaan (*Maintenance*) tersebut akan dapat memberikan keuntungan-keuntungan, baik ditinjau dari segi biaya-biaya yang dikeluarkan untuk pemeliharaan ataupun waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pemeliharaan. Hal ini juga sangat berpengaruh terhadap tinggi rendahnya kapasitas produksi sebuah mesin.

Dalam hal ini PT. INALUM (Power Plant Paritohan) adalah merupakan jantung perusahaan dalam proses pembuatan aluminium ingot, dimana sumber tenaga listrik yang digunakan untuk proses peleburan aluminium tersebut adalah berasal dari PLTA (Pembangkit

Listrik Tenaga Air) Paritohan. Dengan demikian perlu adanya suatu sistem pemeliharaan (*Maintenance*) pada PLTA tersebut, guna menjaga agar proses produksi aluminium ingot dapat berjalan dengan baik.

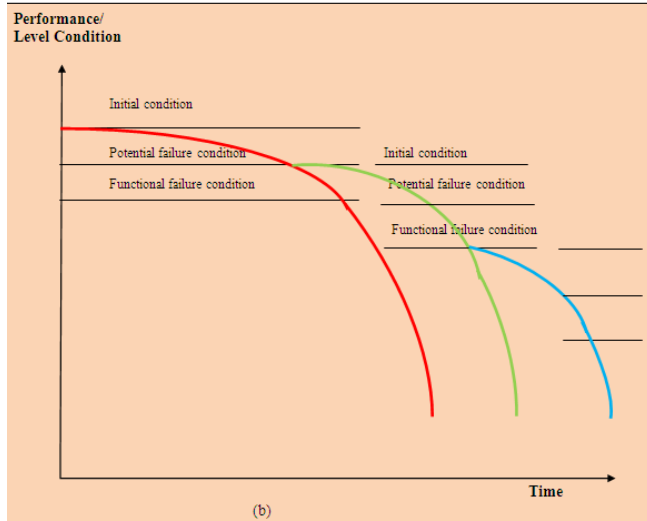
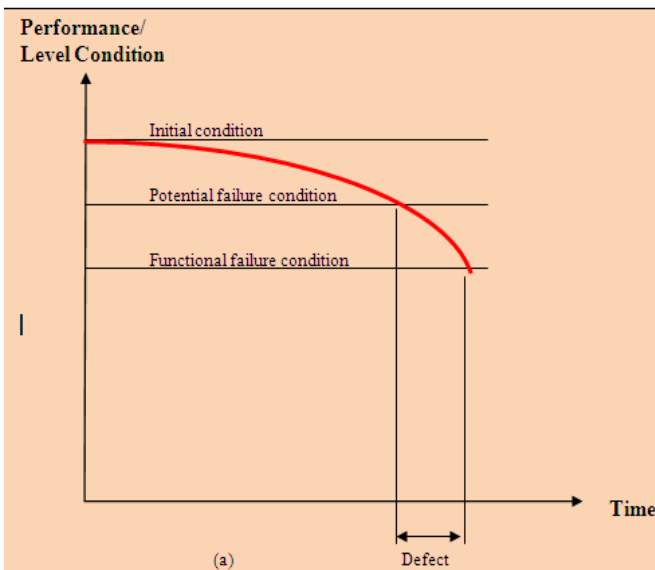
PT. INALUM (Power Plant Paritohan) menggunakan turbin air (*tipe vertikal/turbin francis*) sebagai alat penggerak mula untuk pembangkit listrik. Turbin air adalah salah satu komponen yang digunakan untuk PLTA Paritohan, dimana turbin air tersebut dapat merubah energi potensial air dari ketinggian tertentu menjadi energi kinetik dan dari energi kinetik dirubah lagi menjadi energi mekanis. Energi mekanis inilah yang akhirnya dirubah oleh generator menjadi energi listrik. Pada penelitian ini akan ditinjau tentang perencanaan pemeliharaan (*Planing*) yang merupakan rencana pokok (*Master Plan*) yang dibuat oleh bagian/seksi perencanaan dan juga tentang biaya-biaya operasional pada saat inpeksi dan overhaul, dimana

biaya tersebut meliputi biaya *Manpower, Manhour, Tool, Material, Consumable* dan Evaluasi biaya *Preventive Maintenance*. Dalam hal ini PT. Inalum Power Plant Paritohan memiliki perencanaan pemeliharaan (*Planing*) yang diklasifikasikan berdasarkan jangka waktu pemeliharannya, yaitu sebagai berikut:

- a. Perencanaan jangka panjang (*Long Term Maintenance Plan*)
- b. Perencanaan jangka menengah (*Middle Term Maintenance Plan*)
- c. Perencanaan tahunan (*Yearly Maintenance Plan*)
- d. Perencanaan bulanan (*Monthly Maintenance Plan*)
- e. Perencanaan mingguan (*Weekly Maintenance Plan*)

2. FAILURE DEFINITION

Failure definition adalah merupakan gambaran tentang pengaruh kerusakan terhadap performance/level condition sebuah mesin dan juga terhadap waktu (umur sebuah mesin). *Failure definition* ini biasanya ditunjukkan dalam grafik yaitu sebagai berikut :



Grafik 1. Failure definition

3.METODE PENELITIAN

Adapun metode penelitian yang dilakukan oleh penulis dalam melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut :

3.1.Metode Wawancara

Penulis melakukan tanya jawab langsung dengan staf maupun operator yang bersangkutan untuk mendapatkan informasi yang lengkap tentang perencanaan dan biaya pemeliharaan yang dilakukan pada turbin air.

3.2.Metode Observasi

Penulis melakukan peninjauan langsung pada proses yang berkaitan dengan system manajemen *Preventive Maintenance* pada PT. Inalum Power Plant Paritohan yaitu pada bagian maintenance, gudang dan pembelian.

3.3.Metode Kepustakaan

Peneliti mencari dan mempelajari buku-buku referensi dan jurnal-jurnal yang berhubungan dengan sistem manajemen *Preventive Maintenance (PM)* dan *Breakdown Maintenance (BM)*, baik yang diperoleh dari perusahaan maupun dari perpustakaan yang ada di kampus.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil

Berdasarkan hasil perhitungan biaya inspeksi dan overhaul, maka dapat dilihat bahwa biaya rata-rata yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk servis rutin/Inspeksi (C_p) adalah U\$ 188.906,55 dan biaya rata-rata perbaikan setelah rusak/Overhaul (C_R) adalah U\$ 575.255,78 maka probabilitas kerusakan dan biaya alternative *Preventive Maintenance* pada system turbin air adalah sebagai berikut :

- a) Probabilitas kerusakan pada turbin air dalam bulan

Tabel 1. Probabilitas kerusakan yang akan terjadi

Bulan setelah servis yang terjadi kerusakan	Probabilitas kerusakan yang akan terjadi (Pi)	Pi x i
12	0,01	0,12
24	0,013	0,312
36	0,016	0,576
48	0,02	0,96
60	0,025	1,5
72	0,033	2,376
84	0,049	4,116
96	0,059	5,664
108	0,07	7,56
120	0,082	9,84
132	0,095	12,54
144	0,109	15,696
156	0,124	19,344
168	0,14	23,52
180	0,156	28,08
TOTAL	1,001	132,204

Maka total mean diantara kerusakan (MTBF) = $P_i \times i = 132,2$ bulan

$$TC \text{ (Tanpa Preventive Maintenance)} = \frac{C_R \cdot M}{MTBF} \dots\dots\dots 1)$$

- Dimana : TC = Total Cost
- C_R = Biaya Perbaikan
- M = Jumlah mesin
- MTBF = Total Mean Diantara Kerusakan

Didapat ; $C_R = U\$ 575.255,78$

$C_p = U\$ 188.906,55$

$$TC = \frac{U\$(575.255,78)(1)}{132,2 \text{bulan}}$$

TC = U\$ 4.351,405/bulan

Jadi besarnya biaya tanpa menggunakan *system preventive maintenance* perbulan adalah U\$ 4.351,40

Selanjutnya perhitungan dibawah ini menunjukkan harga B_j , yang merupakan jumlah kerusakan diantara servis rutin pada bulan ke-j, sebagai berikut:

$$B_{12} = M \cdot P_{12} = (1)(0,010) = \mathbf{0.010}$$

$$B_{24} = M \cdot (P_{12} + P_{24}) + B_{12} \cdot P_{12} = (1)(0,010 + 0,013) + (0,010)(0,010) = \mathbf{0,0231}$$

Dengan rumus dan cara yang sama dapat dihitung semua harga B sampai dengan B180 sebagai berikut :

$$B_{180} = M \cdot (P_{12} + P_{24} + P_{36} + P_{48} + P_{60} + P_{72} + P_{84} + P_{96} + P_{108} + P_{120} + P_{132} +$$

$$P_{144} + P_{156} + P_{168} + P_{180}) + B_{168} \cdot P_{12} + B_{156} \cdot P_{24} + B_{144} \cdot P_{36} + B_{132} \cdot P_{48} + B_{120} \cdot P_{60} + B_{108} \cdot P_{72} + B_{96} \cdot P_{84} + B_{84} \cdot P_{96} + B_{72} \cdot P_{108} + B_{60} \cdot P_{120} + B_{48} \cdot P_{132} + B_{36} \cdot P_{144} + B_{24} \cdot P_{156} + B_{12} \cdot P_{168}$$

$$= (1)(0,010 + 0,013 + 0,016 + 0,020 + 0,025 + 0,033 + 0,049 + 0,059 + 0,07 + 0,082 + 0,095 + 0,109 + 0,124 + 0,14 + 0,156) + (0,926)(0,010) + (0,763)(0,013) + (0,622)(0,016) + (0,501)(0,020) + (0,396)(0,025) + (0,308)(0,033) + (0,233)(0,049) + (0,171)(0,059) + (0,120)(0,07) + (0,0857)(0,082) + (0,0599)(0,095) + (0,0394)(0,109) + (0,0231)(0,124) + (0,010)(0,14)$$

$$= 1,001 + 0,00926 + 0,009919 + 0,009952 + 0,01002 + 0,0099 + 0,010164 + 0,011417 + 0,010089 + 0,0084 + 0,0070274 + 0,0056905 + 0,0042946 + 0,0028644 + 0,0014$$

$$= 1,111$$

Maka didapat kerusakan diantara service rutin pada bulan ke-j, yaitu :

$$B_{12} = 0,010 \quad B_{108} = 0,308$$

$$B_{24} = 0,0231 \quad B_{120} = 0,396$$

$$B_{36} = 0,0394 \quad B_{132} = 0,501$$

$$B_{48} = 0,0599 \quad B_{144} = 0,622$$

$$B_{60} = 0,0857 \quad B_{156} = 0,763$$

$$B_{72} = 0,120 \quad B_{168} = 0,926$$

$$B_{84} = 0,171 \quad B_{180} = 1,111$$

$$B_{96} = 0,233$$

b) Biaya alternatif *Preventive Maintenance*

Tabel 2. Biaya Alternatif *Preventive Maintenance*

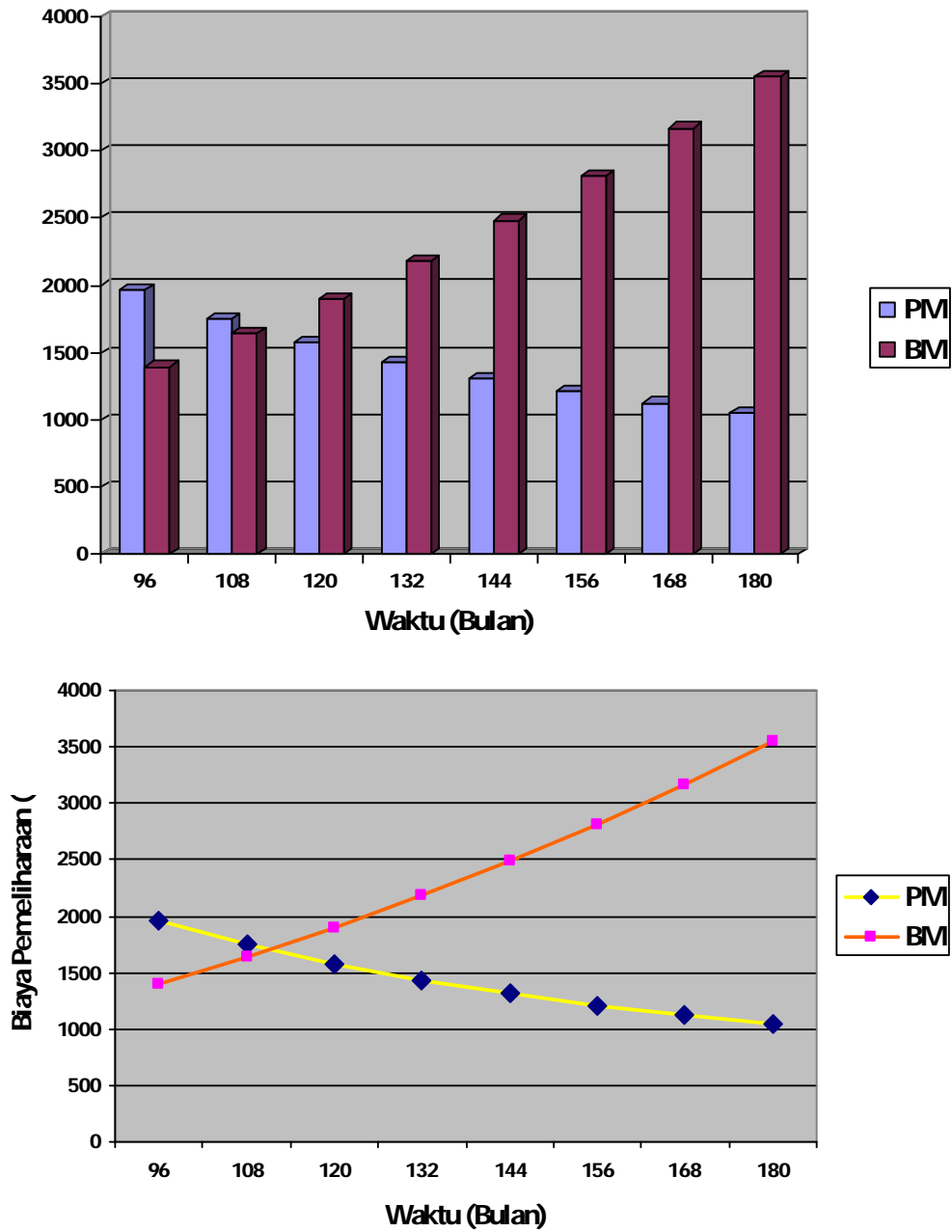
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Jumlah bulan diantara preventive service (j)	Jumlah kerusakan dalam j bulan (Bj)	Biaya perbulan untuk memperbaiki kerusakan (CR.Bj)/j	Biaya perbulan untuk preventive service setiap j bulan (Cp.M)/j	Biaya total perbulan dari preventive maintenance dan perbaikan (3+4)
12	0,01	479,38	15742,21	16221,59
24	0,0231	553,68	7871,11	8424,79
36	0,0394	629,59	5247,4	5876,99
48	0,0599	717,87	3935,55	4653,42
60	0,0857	821,66	3148,44	3970,1
72	0,12	958,76	2623,7	3582,46
84	0,171	1171,06	2248,89	3419,95
96	0,233	1396,19	1967,78	3363,97
108	0,308	1640,54	1749,13	3389,67
120	0,396	1898,34	1574,22	3472,56
132	0,501	2183,36	1431,11	3614,47
144	0,622	2484,78	1311,85	3796,63
156	0,763	2813,59	1210,94	4024,53
168	0,926	3170,75	1124,44	4295,19
180	1,111	3550,61	1049,48	4600,09

Dari tabel 2 diatas terlihat jika memakai *Preventive Maintenance/Overhaul* setiap 96 bulan akan menghasilkan biaya rata-rata yang paling murah yaitu sebesar US\$ 3.363,97. Harga ini lebih murah dari biaya total tanpa menggunakan *Preventive Maintenance* (PM) yaitu sebesar US\$ 4.351,405 – US\$ 3.363,97 = US\$ 987,435.

Sistem *Preventive Maintenance* ini akan mengurangi biaya sebesar 22,69 % perbulan dibawah biaya servis/perbaikan mesin bila terjadi

kerusakan. Dapat dilihat pada grafik berikut :

Untuk melihat hubungan antara



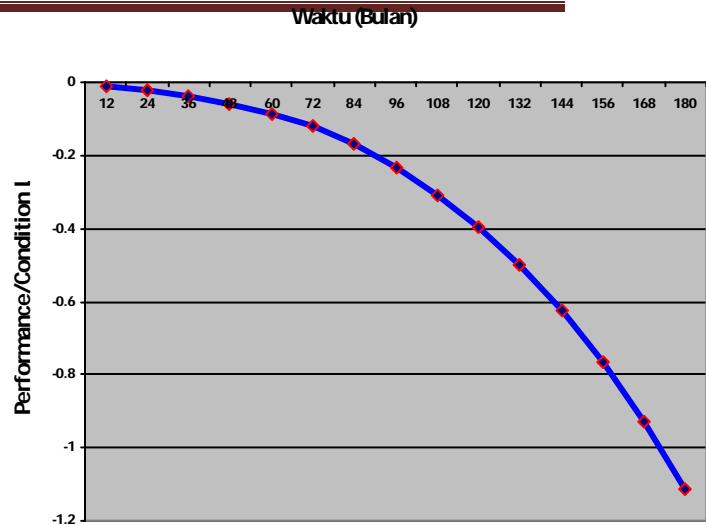
Grafik 2. Biaya Preventive Maintenance VS Breakdown Maintenance

performance dengan kerusakan yang terjadi pada sebuah mesin dapat dilihat berdasarkan grafik failure definition berikut ini :

Tabel 3. Jumlah kerusakan dalam j bulan (BM)

(1) Jumlah bulan diantara preventive service (j)	(2) Jumlah kerusakan dalam j bulan (Bj)	(3) Performance/Level Condition
12	0,01	-0,01
24	0,0231	-0,0231
36	0,0394	-0,0394
48	0,0599	-0,0599
60	0,0857	-0,0857
72	0,12	-0,12
84	0,171	-0,171
96	0,233	-0,233
108	0,308	-0,308
120	0,396	-0,396
132	0,501	-0,501
144	0,622	-0,622
156	0,763	-0,763
168	0,926	-0,926
180	1,111	-1,111

Berdasarkan tabel diatas maka dapat kita lihat hasilnya dalam grafik failure definition berikut :



Grafik 3. Hubungan Kerusakan VS Performance

Dari grafik 3 diatas tampak bahwa semakin besar kerusakan yang terjadi maka akan semakin rendah *performance* yang dihasilkan.

Kemudian dengan menggunakan sistem preventive maintenance yaitu pemeliharaan yang dilakukan setiap 96 bulan akan membuat umur mesin lebih panjang dibandingkan dengan breakdown maintenance, dapat dibuktikan dengan tabel, perhitungan dan grafik berikut :

Tabel 4. Probabilitas kerusakan yang akan terjadi

Bulan setelah servis yang terjadi kerusakan (i)	Probabilitas kerusakan yang akan terjadi (Pi)	Pi x i
12	0,01	0,12
24	0,013	0,312
36	0,016	0,576
48	0,02	0,96
60	0,025	1,5
72	0,033	2,376
84	0,049	4,116
96	0,059	5,664

108	0,07	7,56
120	0,082	9,84
132	0,095	12,54
144	0,109	15,696
156	0,124	19,344
168	0,14	23,52
180	0,156	28,08
TOTAL	1,001	132,204

Perbandingan umur mesin (*Preventive Maintenance* VS *Breakdown Maintenance*) setelah pemeliharaan setiap 96 bulan.

Tabel 5. Probabilitas kerusakan yang akan terjadi setelah pemeliharaan setiap 96 bulan

Bulan pemeliharaan kembali	Probabilitas kerusakan yang akan terjadi (Pi)	Bulan setelah servis yang terjadi kerusakan (i)	Pi x i
96	0,059	12	0,708
108	0,062	24	1,488
120	0,066	36	2,376
132	0,071	48	3,408
144	0,076	60	4,56
156	0,082	72	5,904
168	0,089	84	7,476
180	0,097	96	9,312
192	0,106	108	11,448
204	0,115	120	13,8
216	0,124	132	16,368
228	0,133	144	19,152
TOTAL	1,08		96

Selanjutnya perhitungan dibawah ini menunjukkan harga Bj, yang merupakan jumlah kerusakan diantara servis rutin pada bulan ke-j, sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 B_{12} &= M \cdot P_{12} \\
 &= (1)(0,059) \\
 &= \mathbf{0.059}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 B_{24} &= M \cdot (P_{12} + P_{24}) + B_{12} \cdot P_{12} \\
 &= (1)(0,059 + 0,062) + (0,059)(0,059) \\
 &= 0,121 + 0,003481 \\
 &= \mathbf{0,124}
 \end{aligned}$$

Dengan rumus dan cara yang sama harga semua B sampai dengan B144 dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 B_{144} &= M \cdot (P_{12} + P_{24} + P_{36} + P_{48} + P_{60} + P_{72} + P_{84} + P_{96} + P_{108} + P_{120} + P_{132} + P_{144}) + B_{132} \cdot P_{12} + B_{120} \cdot P_{24} + B_{108} \cdot P_{36} + B_{96} \cdot P_{48} + B_{84} \cdot P_{60} + B_{72} \cdot P_{72} + B_{60} \cdot P_{84} + B_{48} \cdot P_{96} + B_{36} \cdot P_{108} + B_{24} \cdot P_{120} + B_{12} \cdot P_{132} \\
 &= (1)(0,059+ 0,062+ 0,066 + 0,071 + 0,076 + 0,082 + 0,089 + 0,097 + 0,106 + 0,115 + 0,124 + 0,133) + (1,290)(0,059) + (1,084)(0,062) + (0,902)(0,066) + (0,743)(0,071) + (0,604)(0,076) + (0,482)(0,082) + (0,375)(0,089) + (0,281)(0,097) + (0,198)(0,106) + (0,124)(0,115) + (0,059)(0,124) \\
 &= 1,08 + 0,07611 + 0,067208 + 0,059532 + 0,052753+ 0,045904 + 0,039524 + 0,033375 + 0,027257 + 0,020988 + 0,01426 + 0,007316 \\
 &= \mathbf{1,524}
 \end{aligned}$$

Maka didapat kerusakan diantara service rutin pada bulan ke-j, yaitu :

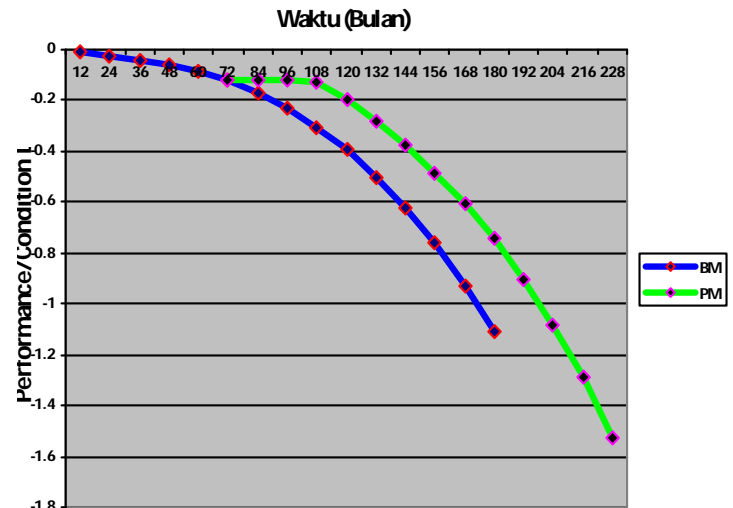
$$B_{12} = 0.059 \quad B_{84} = 0,604$$

$B_{24} = 0,124$	$B_{96} = 0,743$
$B_{36} = 0,198$	$B_{108} = 0,902$
$B_{48} = 0,281$	$B_{120} = 1,084$
$B_{60} = 0,375$	$B_{132} = 1,290$
$B_{72} = 0,482$	$B_{144} = 1,524$

Tabel 6. Jumlah kerusakan dalam j bulan VS Performance/Level Condition setelah pemeliharaan setiap 96 bulan

Bulan pemeliharaan kembali (i)	(1) Jumlah bulan diantara preventive service (j)	(2) Jumlah kerusakan dalam j bulan (Bj)	(3) Performance / Level Condition
96	12	0.059	-0.059
108	24	0,124	-0,124
120	36	0,198	-0,198
132	48	0,281	-0,281
144	60	0,375	-0,375
156	72	0,482	-0,482
168	84	0,604	-0,604
180	96	0,743	-0,743
192	108	0,902	-0,902
204	120	1,084	-1,084
216	132	1,290	-1,290
228	144	1,524	-1,524

Maka dapatlah kita lihat pada grafik *failure definition* berikut ini bahwa pemakaian *Preventive Maintenance* setiap 96 bulan (melakukan *overhaul*) akan memberikan umur mesin yang lebih panjang dan *performance* mesin yang lebih baik dibandingkan dengan *Breakdown Maintenance*.



Grafik 4. Sistem *Preventive Maintenance* (PM) setiap 96 bulan VS *Breakdown Maintenance* (BM)

5. PEMBAHASAN

5.1. Untuk Pekerjaan Pemeliharaan (Inspeksi) :

Manhour

Berdasarkan biaya standart yang telah ditetapkan oleh PT. Inalum Power Plant Paritohan, bahwa biaya *Manhour/jam* yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk pekerjaan Inspeksi adalah U\$ 3,4 maka total biaya untuk *Manhour* adalah :

TOTAL BIAYA MANHOUR

= biaya *Manhour/jam* x jumlah jam kerja

= U\$ 3,4 x 552 jam

= U\$ 1.876,8

Manpower

Untuk *Manpower* dari luar negeri (*dispatch engineers*) :

Biaya *Manpower/hari* = U\$ 137

Manpower = 5 orang

Jumlah hari kerja = 38 hari

Sehingga total biaya untuk *Manpower* dari luar negeri adalah :

Biaya *Manpower*

$$= \text{Biaya } \textit{Manpower}/\text{hari} \times \textit{Manpower} \times \text{Jumlah hari kerja}$$

$$= \text{U\$ } 137 \times 5 \times 38$$

$$= \text{U\$ } 26.030$$

Sedangkan Untuk *Manpower* yang dari PT. Inalum Power Plant Paritohan itu sendiri adalah :

$$\text{Biaya } \textit{Manpower}/\text{hari} = \text{U\$ } 26$$

$$\textit{Manpower} = 11 \text{ orang}$$

$$\text{Jumlah hari kerja} = 73 \text{ hari}$$

Jadi total biaya untuk *Manpower* dapat dihitung sebagai berikut :

Biaya *Manpower*

$$= \text{Biaya } \textit{Manhour}/\text{hari} \times \textit{Manpower} \times \text{Jumlah hari kerja}$$

$$= \text{U\$ } 26 \times 11 \times 73$$

$$= \text{U\$ } 20.878$$

Maka total biaya *Manpower* untuk pekerjaan inspeksi yang harus dikeluarkan oleh perusahaan adalah biaya *Manpower* (*dispatch engineers*) + biaya *Manpower* karyawan PT. Inalum Power Plant Paritohan.

TOTAL BIAYA *MANPOWER*

$$= \text{U\$ } 26.030 + \text{U\$ } 20.878$$

$$= \text{U\$ } 46.908$$

Tool

Total biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk pemakaian tool pada pekerjaan inspeksi adalah U\$ 1.044,84

Equipment

Total biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk pemakaian

Equipment pada pekerjaan inspeksi adalah U\$ 372,08

Material/spare part

Total biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk pemakaian *Material/spare part* pada pekerjaan inspeksi adalah U\$ 104.871,99

Consumable

Total biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk pemakaian *Consumable* pada pekerjaan inspeksi adalah U\$ 33.832,84

5.2. Untuk Pekerjaan Pemeliharaan (*Overhaul*)

Manhour

Berdasarkan biaya standart yang telah ditetapkan oleh PT. Inalum Power Plant Paritohan, bahwa biaya *Manhour*/jam yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk pekerjaan *overhaul* adalah U\$ 3,7. Dengan melihat jumlah jam kerja (*Manpower*) diatas yaitu 914 jam, Maka dapat kita hitung biaya total untuk *Manhour* yang dikeluarkan oleh perusahaan selama *overhaul* yaitu :

TOTAL BIAYA *MANHOUR*

$$= \text{biaya } \textit{Manhour}/\text{jam} \times \text{jumlah jam kerja}$$

$$= \text{U\$ } 3,7 \times 914$$

$$= \text{U\$ } 3.381,8$$

Manpower

Untuk *Manpower* dari luar negeri (*dispatch engineers*) :

$$\text{Biaya } \textit{Manpower}/\text{hari} = \text{U\$ } 155$$

$$\textit{Manpower} = 10 \text{ orang}$$

$$\text{Jumlah hari kerja} = 62 \text{ hari}$$

Sehingga total biaya untuk *Manpower* dari luar negeri (*dispatch engineers*) adalah :

Biaya *Manpower*

$$\begin{aligned}
 &= \text{Biaya } \textit{Manpower}/\text{hari} \times \\
 &\quad \textit{Manpower} \times \text{Jumlah hari kerja} \\
 &= \text{U\$ } 155 \times 10 \times 62 \\
 &= \text{U\$ } 96.100
 \end{aligned}$$

Sedangkan Untuk *Manpower* yang dari PT. Inalum Power Plant Paritohan itu sendiri adalah :

$$\text{Biaya } \textit{Manpower}/\text{hari} = \text{U\$ } 28,6$$

$$\textit{Manpower} = 16 \text{ orang}$$

Dengan catatan 5 orang hanya bekerja selama 62 hari, sedangkan 11 orang lagi bekerja selama 123 hari hingga pekerjaan *overhaul* selesai, (sesuai dengan *schedule overhaul* yang telah terlampir).

Total biaya untuk *Manpower* dapat dihitung sebagai berikut :

$$\text{Jumlah hari kerja (5 orang) } = 62 \text{ hari}$$

$$\text{Jumlah hari kerja (11 orang) } = 123 \text{ hari}$$

Maka dapat dihitung biaya untuk *Manpower* yang terdiri dari karyawan PT. Inalum Power Plant Paritohan adalah :

$$\begin{aligned}
 - \textit{Manpower} \text{ (5 orang) } &= \text{Biaya} \\
 &\textit{Manhour}/\text{hari} \times \textit{Manpower} \times \text{Jumlah} \\
 &\text{hari kerja}
 \end{aligned}$$

$$= \text{U\$ } 28,6 \times 5 \times 62$$

$$= \text{U\$ } 8.866$$

$$\begin{aligned}
 - \textit{Manpower} \text{ (11 orang) } &= \text{Biaya} \\
 &\textit{Manhour}/\text{hari} \times \textit{Manpower} \times \\
 &\text{Jumlah hari kerja}
 \end{aligned}$$

$$= \text{U\$ } 28,6 \times 11 \times 123$$

$$= \text{U\$ } 38.695,8$$

Total biaya untuk *Manpower* yang dari karyawan PT. Inalum Power Plant Paritohan adalah :

$$\text{U\$ } 8.866 + \text{U\$ } 38.695,8$$

$$= \text{U\$ } 47.561,8$$

Maka total biaya untuk *Manpower* yang harus dikeluarkan oleh perusahaan adalah biaya *Manpower* (*dispatch engineers*) + biaya *Manpower* karyawan PT. Inalum Power Plant Paritohan.

TOTAL BIAYA MANPOWER

$$= \text{U\$ } 96.100 + \text{U\$ } 47.561,8$$

$$= \text{U\$ } 143.661,8$$

Tool

Total biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk pemakaian tool pada pekerjaan *overhaul* adalah U\$ 1.498,68

Equipment

Total biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk pemakaian *Equipment* pada pekerjaan *overhaul* adalah U\$ 440,62

Material/spare part

Total biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk pemakaian *Material/spare part* pada pekerjaan *overhaul* adalah U\$ 382.730,59

Cosumable

Total biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk pemakaian *Cosumable* pada pekerjaan *overhaul* adalah U\$ 43.542,29

6. KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan dapat disimpulkan :

1. Dengan menggunakan sistem *Preventive Maintenance (PM)* akan diperoleh biaya *alternatif* yang paling murah sehingga tidak terjadi pemborosan biaya dalam pemeliharaan.
2. Dengan menggunakan sistem *Preventive Maintenance (PM)* akan diperoleh selang waktu yang paling tepat untuk

melakukan pemeliharaan (tanpa harus menunggu kerusakan yang lebih parah lagi), dengan demikian bagian perencana juga akan lebih mudah untuk menentukan *schedule* pelaksanaan pemeliharaan dimasa mendatang.

3. Pada sistem pemeliharaan *Preventive Maintenance* dapat diperkirakan umur dari sebuah mesin.
4. Umur pemakaian sebuah mesin dengan sistem *Preventive Maintenance* lebih panjang dibandingkan dengan sistem *Breakdown Maintenance (BM)*.

DAFTAR PUSTAKA

1. Alfian Hamsi, *Laporan Pembuatan Buku Ajaran Pemeliharaan Pabrik untuk Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Universitas Sumatera Utara*, Medan 2001.
2. Hunt, John W, *Managing People at Work*, London, 1986.
3. Arismunandar, Wiranto, *Penggerak Mula Turbin*, ITB, Bandung, 1997.
4. Silalahi, Bennet N.B, *Manajemen Keselamatan dan kesehatan kerja*, Pustaka Binaman Pressindo, Jakarta, 1985.
5. Setiawan, F.D, *Perawatan Mekanikal Mesin Produksi*, Maximus, yogyakarta, 2008.
6. Hartomo, Anton. J, *Lekuk Liku-liku Pelumasan*, Edisi ke-1, Yogyakarta, 1991.
7. Priambodo, Bambang. *Operasi dan Pemeliharaan Mesin Diesel*, Erlangga, Jakarta, 1991.

*) Ir. Alfian Hamsi, M.Sc. adalah staf pengajar Departemen Teknik Mesin FT.USU