

EVALUASI PROGRAM PREVENTIVE MAINTENANCE PADA POMPA SENTRIFUGAL JEUMONT 80 FP6L KAPASITAS 160 L/S DI PDAM TORAJA UTARA

Irman¹, Muhammad Arham², M.Ilham Nur³, Haslinda HS⁴

Politeknik Maritim AMI / Makassar¹

Universitas Patria Artha / Makassar²

Universitas Pejuang Republik Indonesia / Makassar³

Universitas Pejuang Republik Indonesia / Makassar⁴

Kontak Person:

Muhammad Arham 081355364225

E-mail: andiarham413@gmail.com

Abstrak

Penerapan sistem PM (Preventive Maintenance) pada suatu perusahaan terbukti lebih menguntungkan dibandingkan dengan sistem BM (Breakdown Maintenance). Dalam penelitian ini, bertujuan untuk menganalisis perbandingan biaya antara penggunaan sistem preventive maintenance dan breakdown maintenance pada pompa RWP. Hasil analisis menunjukkan bahwa penggunaan sistem Preventive Maintenance memberikan penghematan biaya yang signifikan pada setiap komponen pompa. Untuk impeller, biaya yang dikeluarkan dengan PM adalah Rp. 170.837,84, menghemat 23,97% dari biaya tanpa PM (Rp. 542.007,89). Begitu pula pada shaft, bearing, dan packing, di mana biaya yang dikeluarkan dengan PM masing-masing menghemat hingga 23,96%, 36,23%, dan 34,53%. Dengan demikian, sistem PM tidak hanya mengurangi biaya langsung perbaikan dan penggantian komponen, tetapi juga meningkatkan efisiensi operasional perusahaan secara keseluruhan. Penelitian ini menyimpulkan bahwa penerapan sistem Preventive Maintenance dapat meningkatkan pengelolaan biaya perawatan serta memperpanjang usia komponen, menjadikannya pilihan yang lebih efisien dibandingkan dengan sistem Breakdown Maintenance. Secara keseluruhan, penggunaan preventive maintenance memberikan keuntungan yang lebih besar dalam hal efisiensi biaya pemeliharaan pompa RWP

Kata kunci : Preventive maintenance, breakdown maintenance, pompa RWP, efisiensi biaya, penghematan biaya

1. Pendahuluan

Perkembangan kemajuan dunia industri saat ini terus mengalami kemajuan, salah satunya pada PDAM Toraja sebagai industri Pengolahan air dengan produknya yaitu air bersih yang akan disalurkan ke masyarakat. Dalam hal ini tentu sebuah industri melakukan proses produksi dengan bantuan mesin teknologi moderen, diantaranya: pompa induk/pompa air baku, pompa distribusi, pompa mixer, pompa tawas danalcon. Proses produksi pada perusahaan ini berlangsung secara terus menerus, sehingga perlu diimbangi dengan proses perawatan dan perbaikan mesin agar selama proses produksi mesin tidak mengalami kegagalan fungsi yang menyebabkan proses produksi terhenti. Tentu dalam hal ini akan sangat merugikan sekali bagi perusahaan.

Upaya-upaya untuk senantiasa berusaha memenuhi permintaan masyarakat akan air bersih bertujuan untuk ikut menunjang peningkatan masyarakat dalam pembangunan ekonomi. Perwujudan pelaksanaan misi ini, perusahaan selalu menjaga kualitas dari mutu produksi yang selalu menjadi perhatian utama dari pengawasan yang bertugas di setiap

instalasi pengolahan air.

Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Toraja membutuhkan mesin pompa yang banyak sekali untuk keperluan proses pengolahan air minum dan pendistribusiannya. Kebutuhan pompa sangatlah penting dan mutlak mengingat pemindahan jenis fluida dan kondisi kerja yang sangat beragam.

Pompa merupakan komponen yang sangat vital dalam menjaga kesinambungan operasi. Kegagalan komponen pompa akan berakibat fatal karena dapat menyebabkan terhentinya suatu proses. Bahkan dalam kondisi darurat, kegagalan pompa dapat menyebabkan kecelakaan yang dapat memakan korban material maupun manusia. Mengingat pompa merupakan komponen yang sangat vital dalam suatu instalasi, maka kesinambungannya perlu dijaga setiap saat. Kegagalan suatu komponen pompa akan dapat berakibat pada berhentinya suatu proses. Untuk menghindari hal tersebut, pengoperasian dan pemeliharaan pompa harus tepat.

Pompa air merupakan suatu komponen yang digunakan untuk menghisap air dari sisi masukan/*inlet* dan mendorong air melalui keluaran/*outlet*. Air dapat terhisap dan terdorong karena putaran motor yang dilengkapi dengan sudut sehingga fluida akan tertekan secara sentrifugal. Dengan berbagai lekukan geometri, tekanan dalam fluida ini diarahkan pada sebuah keluaran pompa.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pemeliharaan (*Maintenance*)

Pemeliharaan Mesin merupakan hal yang sering dipermasalahkan antara Bagian Pemeliharaan dan Bagian Produksi. Karena Bagian Pemeliharaan dianggap yang memboroskan biaya, sedang Bagian Produksi merasa yang merusakkan tetapi juga yang membuat uang (Soemarno, 2008). Pada umumnya sebuah produk yang dihasilkan oleh manusia, tidak ada yang tidak mungkin rusak, tetapi usia penggunaannya dapat diperpanjang dengan melakukan perbaikan yang dikenal dengan pemeliharaan. (Corder, Antony, K. Hadi, 1992). Oleh karena itu, sangat dibutuhkan kegiatan pemeliharaan yang meliputi kegiatan pemeliharaan dan perawatan mesin yang digunakan dalam proses produksi.

Kata pemeliharaan diambil dari bahasa Yunani *terein* artinya merawat, menjaga, dan memelihara. Pemeliharaan adalah suatu kombinasi dari berbagai tindakan yang dilakukan untuk menjaga suatu barang dalam, atau memperbaikinya sampai, suatu kondisi yang bisa diterima. (Corder, Antony, K. Hadi, 1992). Untuk Pengertian Pemeliharaan lebih jelas adalah tindakan merawat mesin atau peralatan pabrik dengan memperbaharui umur masa pakai dan kegagalan/kerusakan mesin. (Setiawan F.D, 2008). Menurut Jay Heizer dan Barry Render, (2001) dalam bukunya "*operations Management*" pemeliharaan adalah : "*all activities involved in keeping a system's equipment in working order*". Artinya: pemeliharaan adalah segala kegiatan yang didalamnya adalah untuk menjaga sistem peralatan agar pekerjaan dapat sesuai dengan pesanan.

Menurut M.S Sehwarat dan J.S Narang, (2001) dalam bukunya "*Production Management*" pemeliharaan (*maintenance*) adalah sebuah pekerjaan yang dilakukan secara berurutan untuk menjaga atau memperbaiki fasilitas yang ada sehingga sesuai dengan standar (sesuai dengan standar fungsional dan kualitas).

Menurut Sofjan Assauri (2004) pemeliharaan adalah kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas/peralatan pabrik dan mengadakan perbaikan atau penyesuaian/penggantian yang diperlukan agar supaya terdapat suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai dengan apa yang direncanakan. Sedangkan menurut

Manahan P. Tampubolon, (2004), Pemeliharaan merupakan semua aktivitas termasuk menjaga peralatan dan mesin selalu dapat melaksanakan pesanan pekerjaan. Dari beberapa pendapat di atas bahwa dapat disimpulkan bahwa kegiatan pemeliharaan dilakukan untuk merawat ataupun memperbaiki peralatan perusahaan agar dapat melaksanakan produksi dengan efektif dan efisien sesuai dengan pesanan yang telah direncanakan dengan hasil produk yang berkualitas.

2.2. Pemeliharaan terencana (planned maintenance)

Pemeliharaan terencana adalah pemeliharaan yang dilakukan secara terorganisir untuk mengantisipasi kerusakan peralatan di waktu yang akan datang, pengendalian dan pencatatan sesuai dengan rencana yang telah ditentukan sebelumnya. (Corder, Antony, K. Hadi, 1992). Menurut Corder, Antony, K. Hadi, (1992) Pemeliharaan terencana dibagi menjadidua aktivitas utama yaitu:

- a. Pemeliharaan pencegahan (*Preventive Maintenance*)
Menurut Jay Heizer dan Barry Render, (2001) dalam bukunya “*Operations Management*” preventive maintenance adalah : “*A plan that involves routine inspections, servicing, and keeping facilities in good repair to prevent failure*”. Artinya preventive maintenance adalah sebuah perencanaan yang memerlukan inspeksi rutin, pemeliharaan dan menjaga agar fasilitas dalam keadaan baik sehingga tidak terjadi kerusakan di masa yang akan datang
- b. Pemeliharaan korektif (*Corrective Maintenance*)
Pemeliharaan secara korektif (*corrective maintenance*) adalah pemeliharaan yang dilakukan secara berulang atau pemeliharaan yang dilakukan untuk memperbaiki suatu bagian (termasuk penyetelan dan reparasi) yang telah terhenti untuk memenuhi suatu kondisi yang bisa diterima
- c. Pemeliharaan tak terencana (*unplanned maintenance*)
Pemeliharaan tak terencana adalah yaitu pemeliharaan darurat, yang didefinisikan sebagai pemeliharaan dimana perlu segera dilaksanakan tindakan untuk mencegah akibat yang serius, misalnya hilangnya produksi, kerusakan besar pada peralatan, atau untuk keselamatan kerja

2.3. Hubungan Kegiatan Pemeliharaan Dengan Biaya

Menurut Hani Handoko T, (1997) Langkah-langkah perhitungan biaya pemeliharaan adalah:

- a. Menghitung rata-rata umur mesin sebelum rusak atau rata-rata mesin hidup dengan cara:

Rata-rata mesin hidup = $\sum$ (bulan sampai terjadinya kerusakan setelah perbaikan X probabilitas terjadinya kerusakan) Menghitung biaya yang dikeluarkan jika melaksanakan kebijakan pemeliharaan

breakdown:

$$TCr = \frac{NC_2}{\sum_{i=1}^n iPi}$$

Keterangan:

TCr = biaya bulanan total kebiakan Breakdown

NC₂ = biaya perbaikan mesin

$\sum_{i=1}^n iPi$ = jumlah bulan yang diperkirakan antara kerusakan

- b. Menghitung biaya yang dikeluarkan jika melaksanakan kebijakan pemeliharaan preventive:

Untuk menentukan biaya pemeliharaan preventive meliputi pemeliharaan setiap satu bulan, dua bulan, tiga bulan dan seterusnya, harus dihitung perkiraan jumlah kerusakan mesin dalam suatu periode.

Rumusnya adalah:

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

Keterangan:

B_n = perkiraan jumlah kerusakan mesin dalam n bulan,

N = jumlah Mesin,

P_n = Probabilitas mesin rusak dalam periode n.

2.4 Pompa Sentrifugal

Pompa sentrifugal diklasifikasikan berdasarkan beberapa kriteria, antara lain:

- Kapasitas
- Tekanan Discharge
- Jumlah / Susunan Impeller dan Tingkat
- Posisi Poros
- Jumlah Suction
- Arus aliran keluar impeller

2.5 Bagian-Bagian Utama Pompa Sentrifugal

Secara umum bagian-bagian utama pompa sentrifugal dapat dilihat seperti gambar berikut:

- Stuffing Box
- Packing
- Shaft
- Shaft sleeve
- Vane
- Casing
- Eye of impeller
- Impeller
- Wearing
- Bearing

2.6 Net Positive Suction Head (NPSH)

Kavitasi akan terjadi bila tekanan statis suatu aliran turun sampai dibawah tekanan uap jenuhnya. Untuk menghindari kavitasi diusahakan agar tidak ada satu bagianpun dari aliran didalam pompa yang mempunyai tekanan statis lebih rendah dari tekan uap jenuh cairan pada temperatur yang bersangkutan. Berhubungan dengan dua hal diatas maka didefinisikanlah suatu *Net Positive Suction Head* (NPSH) atau *Head Isap Positif Neto* yang dipakai sebagai ukuran keamanan pompa terhadap kavitasi. Ada dua macam NPSH, yaitu $NPSH_a$ yang tersedia pada sistem (instalasi), dan $NPSH_r$ yang diperlukan oleh pompa. Pompa terhindar dari kavitasi jika $NPSH_a$ yang tersedia lebih besar daripada $NPSH_r$ yang dibutuhkan

3. METODOLOGI

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini terbagi atas 3 bagian seperti berikut:

- Wawancara

Penelitian ini di lakukan dengan wawancara membuat pertanyaan- pertanyaan

yang berkaitan variabel penelitian dan sesuai dengan kebutuhan informasi yang diperlukan.

2. Observasi

Teknik pengumpulan data observasi dilakukan dengan pengamatan langsung. Peneliti melakukan pengamatan ditempat-tempat penelitian untuk diamati kemudian dikumpulkan dalam catatan.

3. Kepustakaan

Studi kepustakaan digunakan untuk melengkapi data dari berbagai sumber yang memperkuat data hasil penelitian.

A. Analisis data

1. Analisis Deskriptif

Penelitian deskriptif merupakan penelitian yang berusaha menguraikan suatu gejala, peristiwa, kejadian yang terjadi saat ini. Penelitian deskriptif memusatkan perhatian kepada masalah-masalah aktual sebagaimana adanya pada saat penelitian berlangsung.

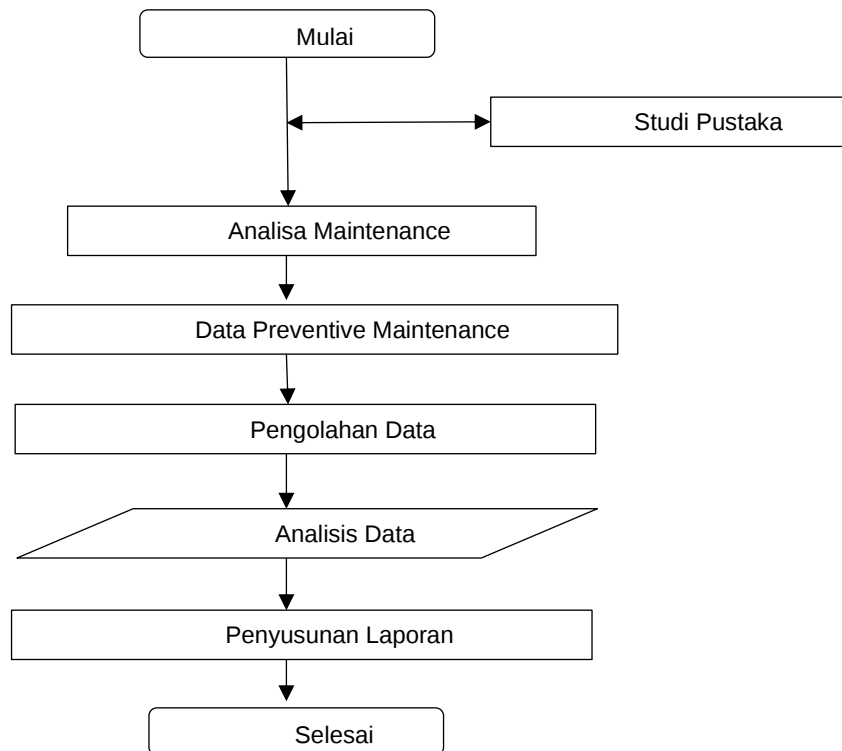
2. Analisis Kuantitatif

Dengan menganalisis data pompa sentrifugal di IPA Sa'dan Malimbong PDAm Toraja penulis menggunakan penelitian deskriptif. Teknik analisis data dalam penelitian kuantitatif menggunakan teknik total cost (TC) dengan preventive maintenance serta total cost (TC) tanpa preventive maintenance selanjutnya dapat dilihat pada rumus dibawah ini

$$TC \text{ (tanpa preventive Maintenance)} = \frac{CR.M}{MTBF}$$

$$MTBF = \pi \times i$$

B. Diagram Alir penelitian



Gambar 3.1. Diagram ALir Penelitian

4. Hasil dan pembahasan

a. Penanganan Perawatan Pada Pompa

Sistem perawatan yang dilakukan pada pompa bertujuan supaya mesin dapat efektif saat beroperasi. Hal ini dilakukan karena pompa beroperasi terus menerus. Pada PDAM Toraja Utara tepatnya di IPA Sa'dan Malimbong jenis pompa yang digunakan adalah jenis pompa sentrifugal.

Biasanya kegiatan yang dilakukan adalah:

1. Melakukan inspeksi 3 bulanan, 4 bulanan dan 6 bulanan.
2. Mencatat hasil kegiatan mulai dari preventive sampai dengan perbaikan.
3. Mengawasi pekerjaan yang dilakukan oleh pihak rekanan.
4. Menerima laporan kerusakan dari user dan membuat laporannya.
5. Menjaga kegiatan perbaikan dan perawatan.
6. Melakukan indentifikasi aspek, penentuan tujuan, sasaran dan program. (Sumber : PDAM Toraja, 2023).

b. Evaluasi Biaya Preventive Maintenance

Evaluasi Biaya Preventive Maintenance Impeller

PDAM Toraja Utara memiliki 1 Impeler, dimana biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk servis rutin (C_P) per unitnya adalah Rp12.845.480,00 dan biaya rata-rata perbaikan setelah rusak (C_R) adalah Rp 38.536.440,00 maka probabilitas kerusakan dan biaya alternative *Preventive Maintenance* pada pompa adalah :

1. Probabilitas Kerusakan Impeller

Tabel 4.12 Probabilitas Kerusakan pada Impeller dalam bulan.

Bulan setelah servis yang terjadi kerusakan(i)	Probabilitas kerusakan yang akan terjadi (P_i)	($P_i \times i$)
6	0.01	0.06
12	0.01	0.12
18	0.01	0.18
24	0.03	0.72
30	0.03	0.90
36	0.08	2.88
42	0.09	3.78
48	0.11	4.80
54	0.12	6.48
60	0.14	8.40
66	0.15	9.90
72	0.22	15.84
TOTAL	1.00	54.06

Total mean diantara kerusakan (MTBF) = $P_i \times i = 54.06$ bulan

$$TC (\text{Tanpa preventive maintenance}) = \frac{C_R \cdot M}{MTBF}$$

Dimana : TC = Total Cost (Biaya Total)

C_R = Biaya perbaikan setelah rusak

M = Jumlah mesin

MTBF = Total mean diantara kerusakan

$$TC = \frac{Rp.38.536.440 \times 1}{54.06 \text{ bulan}}$$

$$TC = Rp. 712.845,73/ \text{bulan}$$

Jadi besar biaya tanpa menggunakan sistem *Preventive Maintenance* per bulan adalah Rp. 712.845,73

2. Biaya alternatif *Preventive Maintenance*

Tabel 4.13 Biaya alternatif *Preventive Maintenance* Impeller

(1) Jumlah bulan diantara <i>preventive</i> <i>service</i> (j)	(2) Jumlah kerusaka dalam j bulan (B _j)	(3) Biaya perbulan untuk memperbaiki kerusakan (C _R .B _j)/j	(4) Biaya perbulan untuk <i>preventive</i> <i>service</i> setiap j bulan(C _P .M)/j	(5) Biaya total perbulan dari <i>preventive</i> <i>maintenance</i> & perbaikan(3+4) TC
6	0.01	Rp. 64.227,4	Rp. 2.140.913,3	Rp. 2.205.140,7
12	0.0201	Rp. 64.548,54	Rp.1.070.456,67	Rp. 1.135.005,2
18	0.0303	Rp. 64.869,67	Rp. 713.637,78	Rp. 778.507,45
24	0.061	Rp. 97.946,79	Rp. 535.228,3	Rp. 633.175,09
30	0.091	Rp.116.893,87	Rp. 428.182,67	Rp. 545.076,54
36	0.173	Rp. 185.189	Rp. 356.818,89	Rp. 542.007,89
42	0.266	Rp.244.064,12	Rp. 305.844,76	Rp. 549.908,88
48	0.381	Rp.305.882,99	Rp. 267.614,17	Rp. 573.497,16
54	0.508	Rp.362.537,99	Rp. 237.879,26	Rp. 600.417,25
60	0.660	Rp.423.900,84	Rp. 214.091,3	Rp. 647.992,14
66	0.858	Rp.500.973,72	Rp. 194.628,48	Rp. 695.602,2
72	1.106	Rp.591.962,54	Rp. 178.409,44	Rp. 770.371,98

Terlihat jika memakai *Preventive Maintenance* setiap 36 bulan akan menghasilkan biaya rata-rata yang paling murah sebesar **Rp. 542.007,89**. Harga ini lebih murah dari biaya total tanpa menggunakan *Preventive Maintenance* (PM) = Rp 712.845,73 – Rp 542.007,89= Rp 170.837,84

Kebijakan ini akan mengurangi biaya sebesar 23,97% dibawah biaya perbaikan mesin bila terjadi kerusakan.

c. Evaluasi Biaya *Preventive Maintenance* Shaft

Untuk 1 Shaft, dimana biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk servis rutin (C_P) adalah Rp 11.130.100 dan biaya rata-rata perbaikan setelah rusak (C_R) adalah Rp 33.390.300 maka probabilitas kerusakan dan biaya alternative *Preventive*

Maintenance pada Shaft adalah :

a. Probabilitas Kerusakan Shaft

Tabel 4.14 Probabilitas Kerusakan pada Shaft dalam bulan.

Bulan setelah servis yang terjadi kerusakan(i)	Probabilitas kerusakan yang akan terjadi (Pi)	(Pi x i)
6	0.01	0.06
12	0.01	0.12
18	0.01	0.18
24	0.03	0.72
30	0.03	0.90
36	0.08	2.88
42	0.09	3.78
48	0.11	4.80
54	0.12	6.48
60	0.14	8.40
66	0.15	9.90
72	0.22	15.84
TOTAL	1.00	54.06

Total mean diantara kerusakan (MTBF) = $P_i \times i = 54.06$ bulan

$$TC \text{ (Tanpa preventive maintenance)} = \frac{C_R \cdot M}{MTBF}$$

Dimana : TC = Total Cost (Biaya Total)

C_R = Biaya perbaikan setelah rusak

M = Jumlah mesin

MTBF = Total mean diantara kerusakan

$$TC = \frac{Rp.33.390.300 \times 1}{54.06 \text{ bulan}}$$

TC = Rp 617.652,61 / bulan

Jadi besar biaya tanpa menggunakan sistem *Preventive Maintenance* per bulan adalah Rp 617.652,61.

b. Biaya alternatif *Preventive Maintenance*

Tabel 4.15 Biaya alternatif *Preventive Maintenance* Shaft

(1) Jumlah bulan diantara preventive service (j)	(2) Jumlah kerusakan dalam j bulan (B_j)	(3) Biaya perbulan untuk memperbaiki kerusakan ($C_R \cdot B_j$)/j	(4) Biaya perbulan untuk preventive service setiap j bulan ($C_P \cdot M$)/j	(5) Biaya total perbulan dari preventive maintenance & perbaikan(3+4) TC
6	0.01	Rp. 55.650,5	Rp. 1.855.016,67	Rp.1.910.667,17
12	0.0201	Rp. 55.928,75	Rp. 927.508,3	Rp. 983.437,05
18	0.0303	Rp. 56.207,01	Rp. 618.350	Rp. 674.557,01
24	0.061	Rp. 84.867,01	Rp. 463.754,17	Rp. 548.621,18

30	0.091	Rp.101.283,91	Rp. 371.003,3	Rp. 472.287,21
36	0.173	Rp. 160.458,94	Rp. 309.169,44	Rp. 469.628,38
42	0.266	Rp. 211.471,9	Rp. 265.002,38	Rp. 476.474,28
48	0.381	Rp.265.035,51	Rp. 231.877,08	Rp. 496.912,59
54	0.508	Rp.314.116,16	Rp. 206.112,96	Rp. 520.229,12
60	0.660	Rp. 367.293,3	Rp. 185.501,67	Rp. 552.794,97
66	0.858	Rp. 434.073,9	Rp. 168.637,88	Rp. 602.711,78
72	1.106	Rp.512.912,11	Rp. 154.584,72	Rp. 667.496,83

Terlihat jika memakai *Preventive Maintenance* setiap 36 bulan akan menghasilkan biaya rata-rata yang paling murah sebesar Rp.469.628,38. Harga ini lebih murah dari biaya total tanpa menggunakan *Preventive Maintenance* (PM) sebesar : Rp. 617.652,61 - Rp. 469.628,38= Rp.148.024,23

Kebijakan ini akan mengurangi biaya sebesar 23,96 % dibawah biaya perbaikan mesin bila terjadi kerusakan.

d. Evaluasi Biaya Preventive Maintenance Bearing

Untuk 1 Bearing, dimana biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk servis rutin (C_p) adalah Rp.10.521.110 dan biaya rata-rata perbaikan setelah rusak (C_R) adalah Rp.31.563.330 maka probabilitas kerusakan dan biaya alternative *Preventive Maintenance* pada Bearing adalah :

a. Probabilitas Kerusakan Bearing

Tabel 4.16 Probabilitas Kerusakan pada Bearing dalam bulan.

Bulan setelah servis yang terjadi kerusakan (i)	Probabilitas kerusakan yang akan terjadi (Pi)	(Pi x i)
4	0.01	0.04
8	0.01	0.08
12	0.03	0.36
16	0.20	3.20
20	0.30	6.00
24	0.45	10.80
TOTAL	1.00	20.48

Total mean diantara kerusakan (MTBF) = $\sum Pi \times i = 20.48$ bulan

$$TC \text{ (Tanpa preventive maintenance)} = \frac{C_R \cdot M}{MTBF}$$

Dimana : TC = Total Cost (Biaya Total)
 C_R = Biaya perbaikan setelah rusak
M = Jumlah mesin
MTBF = Total mean diantara kerusakan

$$TC = \frac{Rp.31.563.330 \times 1}{20.48 \text{ bulan}}$$

TC = Rp.1.541.178,22 / bulan

Jadi besar biaya tanpa menggunakan sistem *Preventive Maintenance* per bulan adalah Rp.1.541.178,22.

e. Evaluasi Biaya Preventive Maintenance Packing

Untuk 1 Packing, dimana biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk servis rutin (C_p) adalah Rp 11.273.000 dan biaya rata-rata perbaikan setelah rusak (C_R) adalah Rp 33.819.000 maka probabilitas kerusakan dan biaya alternative *Preventive Maintenance* pada Packing adalah :

a. Probabilitas Kerusakan Packing

Tabel 4.18 Probabilitas Kerusakan pada Packing dalam bulan.

Bulan setelah servis yang terjadi kerusakan (i)	Probabilitas kerusakan yang akan terjadi (Pi)	(Pi x i)
2	0.01	0.02
4	0.01	0.04
6	0.03	0.18
8	0.20	1.60
10	0.30	3.00
12	0.45	5.40
TOTAL	1.00	10.24

Total mean diantara kerusakan (MTBF) = $P_i \times i = 10.24$ bulan

$$TC \text{ (Tanpa preventive maintenance)} = \frac{C_R \cdot M}{MTBF}$$

Dimana : TC = Total Cost (Biaya Total)
 C_R = Biaya perbaikan setelah rusak
M = Jumlah mesin
MTBF = Total mean diantara kerusakan

$$TC = \frac{Rp.33.819.000 \times 1}{10.24 \text{ bulan}}$$

$$TC = Rp. 3.302.636,72 / \text{bulan}$$

Jadi besar biaya tanpa menggunakan sistem *Preventive Maintenance* per bulan adalah Rp 3.302.636.72.

6. Kesimpulan dan Saran

6.1. Kesimpulan

Pemakaian system *Preventive Maintenance* pada suatu perusahaan akan lebih menguntungkan dari pada menggunakan sistem *Breakdown Maintenance*. Hal ini dapat dilihat pada perincian berikut ini:

Total biaya tanpa menggunakan *preventive maintenance* pada pompa RWP adalah:

- Impeller = Rp.542.007,89 dengan penghematan biaya sebesar Rp. 170.837,84 (mengurangi biaya sebesar 23,97%).
- Shaft = Rp. 469.628,38 dengan penghematan biaya sebesar Rp. 148.024,23 (mengurangi biaya sebesar 23,96%).
- Bearing = Rp. 982.759,35 dengan penghematan biaya sebesar Rp. 558.418,87 (mengurangi biaya sebesar 36,53%).
- Packing = Rp. 3.162.349,25 dengan penghematan biaya sebesar Rp. 1.140.287,47 (mengurangi biaya sebesar 34,53%).

Adapun Total biaya menggunakan *preventive maintenance* pada pompa RWP adalah:

- Impeller = Rp. 170.837,84 (penghematan sebesar 23,97%)
- Shaft = Rp. 148.024,23 (penghematan sebesar 23,96%)
- Bearing = Rp. 558.418,87 (penghematan sebesar 36,23%)
- Peacking= Rp. 1.140.287,47 (penghematan sebesar 34,53%)

6.2. Saran

1. Sebaiknya perusahaan dalam memelihara pompa harus memakai sistem *Preventive Maintenance* karena biaya perawatannya lebih murah dari pada memakai sistem *Breakdown Maintenance*.
2. Perusahaan sebaiknya lebih meningkatkan standar prosedur kerja yang lebih baik guna keselamatan dalam setiap pekerjaan perawatan.

Daftar Pustaka

- Ahyari, Agus, 2002, Manajemen Produksi; Pengendalian Produksi, edisi empat, buku dua, BPFE, Yogyakarta.
- Assauri, Sofyan, 2004, Manajemen Produksi dan Operasi, edisi revisi, Lembaga Penerbit FE UI, Jakarta.
- Corder, Anthony, 1992, Teknik Manajemen Pemeliharaan, ter, K. Hadi. Erlangga, Jakarta.
- Dalimunthe, Ritha .F, 2003, Jurnal Sejarah Perkembangan Ilmu Manajemen.[Pdf] , Fakultas Ekonomi, Jurusan Manajemen, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Daryus, Asyari, 2007, Diktat Manajemen Pemeliharaan Mesin, Universitas Darma Persada – Jakarta.
- Dhillon, B.S, 2006. *Maintainability, Maintenance, and Reliability for Engineers*, Taylor & Francis, Boca Raton.
- Griffin, Ricky, 2004. Manajemen. Erlangga, Jakarta.
- Heizer, Jay and Barry Render, 2001, *Operation Management*, 6th edition, Prentice-Hall Inc, New Jersey.
- Mobley, R. Keith, 2002. *An introduction to predictive maintenance*, 2nd ed, butterworth-heinemann, USA.
- S.Salam, Dharma, 2002. Manajemen Pemerintahan Indonesia. Djambatan, Jakarta.
- Setiawan, F.D, 2008. Perawatan Mekanikal Mesin Produksi, Maximus, Yogyakarta
- Tampubolon, P. Manahan, 2004, Manajemen Operasional, edisi pertama, Ghalia Indonesia
- Thomas S, Bateman, Scott A, Snell, 2007. *Management leading and collaborating in a competitive world*. 7th ed. McGraw hill, NY.
- Thomas S, Bateman, Scott A, Snell, 2008. Manajemen kepemimpinan dan kolaborasi dalam dunia yang kopetitif. ter Sangkono.C, Yulianto A.A. Salemba 4, Jakarta.