



Perencanaan Perawatan Mesin *Circulation Water Pump* (CWP) dengan metode *Markov Chain* untuk Meminimumkan Biaya Perawatan di PT. XYZ

Fifit Widya Astuti^{1*}, Abd. Mail², Takdir Alisyahbana³
^{1,2,3}Program Studi Teknik Industri, Universitas Muslim Indonesia, Indonesia
Email: fifit.widya.fw@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Diterima: 27 Juli 2023

Diperbaiki: 26 Agustus 2023

Disetujui: 30 September 2023

ABSTRAK

PT. XYZ merupakan perusahaan yang didirikan dengan tujuan untuk mengoperasikan pembangkit listrik tenaga uap (PLTU). Masalah yang terjadi pada perusahaan yaitu jadwal perawatan mesin cwp yang kurang teratur dan mengakibatkan mesin mengalami kerusakan dan menimbulkan biaya perawatan yang besar. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merencanakan jadwal perawatan mesin cwp serta menentukan biaya perawatan minimum yang akan dikeluarkan oleh perusahaan. Maka dari itu, metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Markov chain*. Dari hasil penelitian, diperoleh pemeliharaan mesin cwp yang diusulkan berada di P3 yaitu perawatan korektif pada kondisi kerusakan sedang (status 3) dan kondisi kerusakan berat (status 4) dengan penghematan biaya sebesar Rp. 381.216.492. pemeliharaan optimal akan didapatkan saat perusahaan melakukan penjadwalan *maintenance* usulan dengan jangka waktu 27 hari.

Kata Kunci: *Markov Chain*, Perawatan mesin, Biaya perawatan, Mesin *Circulation Water Pump* (CWP).

Ini adalah artikel akses terbuka di bawah Lisensi Internasional CC BY 4.0© JRSIM (2023)



PENDAHULUAN

Maintenance adalah kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas (peralatan pabrik) dan mengadakan perbaikan yang diperlukan agar terdapat suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan [1]. Tujuan pemeliharaan adalah untuk memelihara kemampuan sistem dan pengendalian biaya, dimana sistem harus dirancang dan dipelihara untuk mencapai standar mutu dan kinerja [2]. Prinsip dasar pemeliharaan adalah untuk mengarahkan upaya pemeliharaan fasilitas produksi untuk operasi bebas masalah mereka sepanjang umur ekonominya. [3]. Status kondisi kerusakan mesin akan dikelompokkan sesuai dengan kondisi kerusakannya yaitu 1 (baik), 2 (kerusakan ringan), 3 (kerusakan sedang), 4 (kerusakan berat) [4]. Adapun indikator dari biaya pemeliharaan (*maintenance*) mesin produksi, biaya pemeliharaan mesin dikelompokkan menjadi dua yaitu biaya pencegahan dan biaya perbaikan. Biaya pencegahan merupakan biaya yang bersifat variabel [5].

PT. XYZ merupakan pembangkit listrik tenaga uap di Sulawesi, dalam proses pembangkitan listrik salah satu mesin yang digunakan yaitu mesin *Circulation water pump*, *Circulation water pump* merupakan mesin yang menyediakan air untuk kondensor juga menyediakan air untuk makeup water tank. Mesin ini beroperasi selama kurang lebih 24 jam/hari dan kerap kali mengalami kerusakan pada saat proses pemompaan air sedang berjalan, Jika terdapat gangguan pada pompa cwp maka proses kerja PLTU akan terganggu bahkan dapat mengalami mati total karena terganggunya pasokan air pada sistem.

Permasalahan yang sering terjadi di PT. XYZ adalah Mesin sering mengalami kerusakan diluar jadwal waktu perencanaan perawatan mesin tersebut, kerusakan biasa terjadi pada komponen mesin seperti pipa, bearing, oil seal, o-ring sisi DE, dan NDE pompa dan beberapa kerusakan lainnya, kerusakan ini dikarenakan oleh tidak teraturnya suatu jadwal perawatan pada mesin cwp sehingga mesin sering mengalami down time yang berakibat pada biaya untuk perbaikan mesin sekitar Rp. 565.000.000/tahun.

Metode cocok untuk masalah yang ada di PT. Rekind Daya Mamuju yaitu Metode *Markov Chain*, metode ini dapat digunakan untuk menganalisa kejadian di waktu-waktu mendatang sehingga akan memberikan suatu penjadwalan pemeliharaan mesin, yang akan mengupayakan suatu kegiatan perawatan secara berkala sehingga akan memberikan hasil yang optimal [6]. Pada sistem penjadwalan yang terjadwal maka proses produksi yang dilakukan akan berjalan lancar dan secara tidak langsung akan berpengaruh pada biaya sehingga akan mengoptimalkan biaya [7].

Berdasarkan permasalahan diatas, maka tujuan dari penelitian ini untuk merencanakan jadwal perawatan mesin cwp serta menentukan biaya perawatan minimum yang akan dikeluarkan oleh perusahaan

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Metode *Markov Chain*. Berikut ini merupakan tahapan-tahapan pengolahan data setelah dilakukan pengumpulan data:

1. Membuat matriks probabilitas transisi
2. Membentuk matriks transisi awal kegiatan pemeliharaan.
3. Membentuk diagram probabilitas dan *steady state*.
4. Menghitung biaya downtime.
5. Menghitung biaya pemeliharaan pencegahan
6. Menghitung biaya pemeliharaan kerusakan
7. Menghitung biaya rata-rata ekspektasi pemeliharaan.
8. Menghitung penghematan biaya pemeliharaan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengumpulan Data

1) Data Klasifikasi Kondisi Mesin

Berikut adalah data klasifikasi kondisi mesin yang telah dibagi berdasarkan masing-masing status kerusakan mesin Circulation Water Pump dan komponennya selama periode 1 tahun yang akan digunakan sebagai data awal dalam menentukan matriks transisi awal status mesin Circulation Water Pump setiap bulannya.

Keterangan kondisi mesin :

B : Baik

KR : Kerusakan Ringan

KS : Kerusakan Sedang

KB : Kerusakan Berat

Table 1. Klasifikasi Kondisi Mesin CWP

Bulan	B (frekuensi)	KR (frekuensi)	KS (frekuensi)	KB (frekuensi)
Januari	15	10	5	0
Februari	14	11	5	0
Maret	25	3	2	0
April	10	15	5	0
Mei	10	5	5	10
Juni	17	3	10	0
Juli	16	9	5	0
Agustus	18	10	2	0
September	13	7	10	0
Oktober	9	9	12	0
November	8	7	15	0
Desember	11	9	10	0

(Sumber : PT. RDM, 2022)

2) Pengumpulan Data Biaya dan waktu pemeliharaan

Berikut adalah data yang diperoleh berdasarkan dokumentasi perusahaan yaitu data rata-rata biaya pemeliharaan, rata-rata biaya kerusakan, dan data waktu pemeliharaan selama tahun 2022 sebagai berikut :

Tabel 2. Biaya pemeliharaan, kerusakan, waktu pemeliharaan

Biaya Pemeliharaan	Biaya Kerusakan	Waktu Pemeliharaan
Rp. 85.755.000	Rp.50.000.000	2155 jam

3) Data Transisi Status Mesin

Tabel 3. Data Transisi Status Mesin

<i>i / j</i>	B	KR	KS	KB	Total
B	76	47	31	1	155
KR	38	24	19	8	89
KS	30	16	29	1	76
KB	7	1	2	0	10

3.2 Pengolahan Data

1) Probabilitas Transisi

$$P_{11} = \frac{76}{155} = 0.4904$$

Tabel 4. Probabilitas Transisi

<i>i / j</i>	B	KR	KS	KB
B	0.4904	0.3032	0.2000	0.0064
KR	0.4270	0.2696	0.2134	0.0900
KS	0.3950	0.2105	0.3815	0.0130
KB	0.7000	0.2000	0.1000	0.0000

Pada tahap perhitungan matriks probabilitas transisi dilakukan untuk mengetahui transisi status mesin circulation water pump untuk setiap perubahan status dan akan digunakan untuk menghitung biaya korektif dan biaya pencegahan. Dimana biaya tersebut akan dijadikan acuan untuk menentukan suatu usulan perawatan.

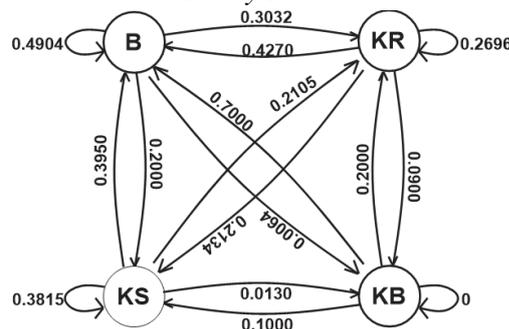
2) Matriks Probabilitas Transisi

Agar probabilitas transisi lebih mudah ditunjukkan, maka probabilitas transisi dibuat dalam bentuk matriks seperti dibawah ini:

$$p_{ij} = \begin{bmatrix} 0.4904 & 0.3032 & 0.2000 & 0.0064 \\ 0.4270 & 0.2696 & 0.2134 & 0.0900 \\ 0.3950 & 0.2105 & 0.3815 & 0.0130 \\ 0.7000 & 0.2000 & 0.1000 & 0.0000 \end{bmatrix}$$

Matriks probabilitas transisi tersebut digunakan untuk menghitung biaya perawatan korektif dan pencegahan. Dimana biaya yang ada akan dijadikan acuan untuk menentukan usulan perawatan [8].

3) Membentuk diagram probabilitas dan *steady state*.



Gambar 1. Diagram Probabilitas Transisi

Berdasarkan matriks probabilitas transisi maka didapatkan nilai *steady state* pada periode ke-10 sebagai berikut:

$$\pi_1 = 0.4564$$

$$\pi_2 = 0.2683$$

$$\pi_3 = 0.2450$$

$$\pi_4 = 0.0303$$

Nilai-nilai tersebut merupakan nilai steady state yang diperoleh pada periode ke-10 untuk setiap status yang akan di kalikan dengan biaya perawatan dan biaya perbaikan sehingga dapat diketahui biaya terendah untuk setiap kebijakan perawatan dengan menggunakan bantuan *software Pom-QM*.

4) Perhitungan Biaya

Pada tahap perhitungan biaya dilakukan empat tahap perhitungan yaitu, perhitungan biaya downtime, biaya perawatan pencegahan, biaya perawatan korektif, dan biaya ekspektasi. Dimana ke-empat perhitungan biaya ini akan digunakan untuk mengetahui selisih biaya antara biaya ekspektasi perusahaan dengan biaya ekspektasi usulan yang dimana selisih biaya tersebut menunjukkan bahwa terdapat selisih biaya ekspektasi antara metode yang dilakukan perusahaan dengan biaya ekspektasi usulan yang dipilih [9]. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi perubahan biaya dengan perhitungan menggunakan metode markov chain.

Tabel 5. Perhitungan biaya

Biaya Pemeliharaan	Biaya Kerusakan	Biaya Downtime
Rp. 85.755.000	Rp.55.260.500	Rp.5.260.500

5) Perhitungan Biaya Rata-rata Ekspektasi

Untuk perhitungan rata-rata biaya ekspektasi setiap usulan kebijakan pemeliharaan berdasarkan biaya perawatan dan nilai steady state yang kemudian di masukkan ke dalam rumus rata-rata biaya ekspektasi sehingga di dapatkan hasil sebagai berikut :

$$E = \sum^M \pi_j C(j)^{j-1} = \pi_1(\dots) + \pi_2(\dots) + \dots (\dots) + \pi_M(\dots) [10].$$

Berikut hasil perhitungan dari biaya dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 6. Biaya Ekspektasi

Kebijakan	Biaya Ekspektasi
P0	Rp. 45.533.041
P1	Rp. 36.773.066
P2	Rp. 13.765.000
P3	Rp. 15.106.500

Keterangan :

- P0 (Pemeliharaan Korektif pada status 4 Perawatan Pencegahan pada status 2 dan 3)
- P1 (Pemeliharaan Korektif pada status 3, 4 dan Perawatan Pencegahan pada status 2)
- P2 (Pemeliharaan Korektif pada status 3 dan 4)
- P3 (Pemeliharaan Korektif pada status 2, 3 dan 4)

Berdasarkan hasil tersebut di dapatkan biaya terendah pada kebijakan P2 dimana dilakukan pemeliharaan korektif pada status 3 (kerusakan sedang) dan status 4 (kerusakan berat).

6) Penghematan Biaya

Berdasarkan usulan pemeliharaan tersebut didapatkan selisih biaya sebagai berikut :

Tabel 7. Penghematan Biaya Pada mesin CWP

Biaya Ekspektasi Perusahaan	Biaya Ekspektasi Usulan (Markov Chain)	Selisih Biaya
Rp. 45.533.041	Rp. 13.765.000	Rp. 31.768.041

Dari tabel diatas dapat diketahui jumlah total biaya ekspektasi perusahaan sebesar Rp. 45.533.041. kemudian dapat diketahui pula biaya ekspektasi usulan menggunakan metode markov chain sebesar Rp. 13.765.000 dan untuk selisih biaya sebesar Rp. 31.768.041

7) Perencanaan Jadwal Pemeliharaan

$$= \frac{\sum \text{biaya ekspektasi usulan 1}}{\sum \text{biaya ekspektasi perusahaan}} \times \sum \text{waktu pemeliharaan}$$

$$= \frac{\text{Rp. 36.773.066}}{\text{Rp. 45.533.041}} \times 2155 \text{ jam}$$

$$= 1732,4 \approx 1700 \text{ jam atau 70 hari}$$

Jadi, pemeliharaan dilakukan setiap 1700 jam atau 70 hari.

$$= \frac{\sum \text{biaya ekspektasi usulan 2}}{\sum \text{biaya ekspektasi perusahaan}} \times \sum \text{waktu pemeliharaan}$$

$$= \frac{\text{Rp. 13.765.000}}{\text{Rp. 45.533.041}} \times 2155 \text{ jam}$$

$$= 651,4 \approx 651 \text{ jam atau 27 hari.}$$

Tabel 8. Usulan Jadwal

Usulan	Jadwal
1	1700 jam / 70 hari
2	651 jam / 27 hari
3	715 jam / 30 hari

Berdasarkan hasil dari penelitian menggunakan metode *Markov chain* yang dilakukan, didapatkan usulan perawatan yang terpilih yaitu usulan ke2 dimana dilakukan pemeliharaan korektif pada status 3 (kerusakan sedang) dan status 4 (kerusakan berat) sehingga mendapatkan biaya minimum dari hasil perhitungan sebesar Rp. 13.765.000 dengan selisih dari metode perusahaan sebesar Rp. 31.768.041 sehingga dilakukan penghematan biaya perawatan sebesar Rp. 381.216.492/tahun. Dan untuk penjadwalan pemeliharaan terpilih dilakukan setiap 651 jam atau setiap 27 hari.

KESIMPULAN

Berdasarkan dari pengumpulan, pengolahan, dan analisa data yang telah dilakukan. Maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Penjadwalan pemeliharaan mesin *circulation water pump* untuk usulan 1 pemeliharaan dilakukan setiap 1700 jam atau 70 hari, usulan 2 pemeliharaan dilakukan setiap 651 jam atau 27 hari, dan untuk usulan 3 pemeliharaan dilakukan setiap 715 jam atau 30 hari.
2. Usulan perawatan yang dipilih adalah dilakukan pemeliharaan korektif yaitu pemeliharaan yang dilakukan untuk mesin *circulation water pump* yang sudah mengalami kerusakan pada status kerusakan sedang dan pada kondisi status kerusakan berat. Sehingga didapatkan biaya minimum dari hasil perhitungan biaya usulan perawatan adalah sebesar Rp. 13.765.000 dengan selisih dari metode perusahaan sebesar Rp. 31.768.041 sehingga dilakukan penghematan biaya perawatan sebesar Rp. 381.216.492/tahun untuk total ke-2 mesin *circulation water pump*.

REFERENSI

- [1] Cahyono, a. H., 2022. Perawatan preventif van-belt pada mesin ultra hight frequency (uhf). *Vocational education national seminar (vens)*, 1(1), pp. 121-125.
- [2] Purba, m. M., 2020. Analisa sistem informasi logbook maintenance pada pusat jaringan komunikasi di bmkg. *Jurnal sistem informasi universitas suryadarma*, 7(1), pp. 65-84.
- [3] Aulia riski asman nr, e. P., 2021. Analisis kebijakan perawatan mesin secara corrective dan preventive dengan metode rcm di cv xyz. *Juminten*, 2(3), pp. 24-34.

- [4] Daryus, a., 2019. *Manajemen perawatan mesin*. Jakarta: um jakarta press.
- [5] Anriani, r., 2022. Production volume analysis based on maintenance costs of production machines and labor productivity (case study on convection mukena arrinda collection sukaraja tasikmalaya regency 2018-2021 period) analisis volume produksi berdasarkan biaya pemeliharaan. *Jurnal of indonesia manajemen*, 2(3), p. 611.
- [6] Diaz Riski Ramadhan, N. N. T. D., 2020. perencanaan perawatan mesin blow molding dengan metode markov chain untuk menurunkan biaya perawatan (Studi kasus di pt. megakayu kemasan perdana). *ilmiah*, 2(3), p. 1.
- [7] Asman, A. R., & Widjajati, E. P. (2021). Analisis Kebijakan Perawatan Mesin Secara Corrective Dan Preventive Dengan Metode Rcm Di Cv Xyz. *Juminten*, 2(3), 24–34. <https://doi.org/10.33005/juminten.v2i3.283>
- [8] Ria, I., Nursanti, E., & Galuh, H. (2021). Perencanaan Pemeliharaan Mesin Boiler Feed Pump Untuk Menurunkan Biaya Pemeliharaan Menggunakan Metode Markov Chain. *Jurnal Valtech*, 4(2), 226–237.
- [9] Sanusi, Saputra, T., & Hidayat, H. (2020). Perencanaan Perawatan Mesin Menggunakan Metode Markov Chain untuk Meminimumkan Biaya Perawatan di PT Mencast Offshore and Marine Batam. *Jurnal Teknik Ibnu Sina*, 5(2), 57–65. <https://doi.org/10.3652/jt-ibsi.v5i02.253>
- [10] Sauddin, A., & Jannah, N. (2017). *Analisis persaingan industri televisi berbayar menggunakan rantai markov (studi kasus : pt . Indonusa telemedia (transvision) versus televisi berbayar lainnya di kota makassar tahun 2017)*.