

PERENCANAAN ANALISA PEMELIHARAAN MESIN MENGGUNAKAN PENDEKATAN MARKOV CHAIN di PT. CARDSINDO TIGA PERKASA

Adi Candra

Dosen Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Pamulang
dosen01304@unpam.ac.id

ABSTRAK

telah dilakukan penelitian tentang perencanaan analisa pemeliharaan mesin menggunakan pendekatan markov chain, untuk dmengurangi biaya perbaikan mesin dengan meinimalkan *breakdown* pada mesin atau peralatan di PT. Cardsindo Tiga Perkasa. Metode ini juga dapat menganalisa kejadian diwaktu yang akan datang secara matematis. Pada type mesin A yang berjumlah 2 mesin, diperlukan waktu 40 menit, untuk type mesin B yang berjumlah 4 mesin memerlukan 80 menit, dan pada type mesin C yang berjumlah 3 mesin memerlukan waktu sekitar 45 menit untuk tindakan perbaikan dalam satu bulan. Dapat disimpulkan bahwa penelitian dengan menggunakan metode *markov chain* didapatkan biaya penghematan untuk jenis mesin type A sebesar 44 % dari *cost* pemeliharaan sebelumnya, kemudian untuk meisn type B sebesar 69 %, dan untuk type mesin C sebesar 29 % dari biaya *maintenance* perusahaan.

Kata Kunci : *mesin, pemeliharaan, biaya, markovchain*

I. PENDAHULUAN

Mesin merupakan salah satu aspek terpenting dalam bidang industri manufaktur maupun industri jasa karena mesin merupakan investasi yang memiliki nilai besar pada sebuah perusahaan manufaktur. Dalam kegiatan produksi, sangat diharapkan proses berlangsung secara lancar dan tanpa adanya hambatan yang berarti, oleh karenanya mesin harus berada pada kondisi dimana tingkat ketersediaan dan keandalannya tinggi. Jika terdapat gangguan pada salah satu mesin maka kegiatan produksipun harus terhenti, sehingga produk yang dihasilkan tidak optimal dan menimbulkan kerugian bagi perusahaan, Kerusakan pada mesin dapat terjadi diantaranya ialah human error, terjadi kedaan darurat, kurangnya perawatan dan sebagainya. Untuk mengevaluasi kondisi mesin tersebut diperlukan suatu anlisis yang memungkinkan untuk meningkatkan produktifitas pada setiap mesin. Salah satu analisis yang biasa digunakan untuk menjaga tingkat keandalan mesin ialah Rantai Markov, Rantai Markov digunakan untuk menentukan peluang jangka panjang dari kondisi mesin tersebut.. Tingkat keandalan mesin yang rendah mengakibatkan kerugian bagi perusahaan dan kemungkinan membahayakan pekerja, sehingga diperlukan

suatu pengukuran dan analisis tingkat keandalan atau reliabilitas suatu mesin untuk membantu perusahaan agar melakukan tindakan perawatan yang teratur.

Mesin yang digunakan pada perusahaan rata-rata berumur lima sampai enam tahun sesuai dengan karakteristik atau type mesin yang ada. Mesin atau peralatan produksi PT. Cardsindo mengalami kerusakan atau gangguan yang menyebabkan proses produksi terhenti, kenyataan yang ada di lapangan mesin atau peralatan baru akan dilakukan pemeliharaan ketiak terjadi kerusakan, hal ini dapat mengakibatkan biaya kerusakan yang cukup tinggi dikarenakan kurang atau tidak adanya perencanaan pemeliharaan secara yang sitemati yang dilakukan. Berdasarkan masalah yang terjadi dialapangan peneliti mengusulkan agar dilakukan perencanaan pemrawatan mesin yanga da denagn Teknik atau metode markov chain yang diharapkan dengan metode tersebut dapat menurunkan biaya pemelihraan yang ada saat ini dengan sistematis. Faktor penyebab minimnya produktifitas suatu mesin ataupun peralatan dapat menimbulkan kerugian yang nyata bagi setiap perusahaan hal ini sisebabkan oleh kuranya efektifitas dan efisiensi pada suatu mesin ataupun peralatan ayang ada, terdapat enam kerugian yang menyebabkan efektifitas

mesin dapat terganggu yang disebut dengan *six Big Losses*.

Dalam memproduksi produknya industry ini memiliki banyak mesin yang memiliki spesifikasi dan karakter yang berbeda. Intensitas pemakaian mesin yang lama menyebabkan performa mesin mengalami penurunan dan terkadang mesin mengalami masalah sehingga menghambat jalannya proses produksi. Belum optimalnya proses perawatan membuat tingginya nilai downtime dan proses perbaikan memakan waktu. Dari permasalahan tersebut maka dibuat usulan untuk melakukan penelitian guna menganalisa apakah pelaksanaan perawatan tersebut sudah maksimal, penelitian tersebut dapat diterapkan dengan menganalisa manajemen perawatan dengan penerapan metode *Markov Chain*.

II. DASAR TEORI

A. Definisi pemeliharaan

Tugas dan kegiatan pemeliharaan pada hakikatnya dilaksanakan untuk mempertahankan kondisi sistem produksi agar tetap bisa melaksanakan operasinya secara optimal. Dan tugas ini dapat menjadi prosedur dalam kegiatan maintenance. Dan sebelum memasuki pada tugas-tugasnya, terlebih dahulu mengartikan kegiatan maintenance.

Kegiatan pemeliharaan (Maintenance) ini memiliki beberapa kategori dan dua bagian pokok nya yaitu:

a. Bagian yang mengarah untuk mereduksi kerusakan, yang dilakukan dalam hal ini antara lain:

- 1) Pemeliharaan preventive;
- 2) Penyederhanaan pekerjaan operasional;
- 3) Suku cadang perawatan awal;
- 4) operator yang tepat terhadap instruksi.

b. Reduksi kegiatan yang berakibat pada kerusakan. beberapa yang harus diperhatikan antara lain:

- 1) Mempercepat penyelesaian atau melakukan akselerasi pelaksanaan operasional dan Melipat gandakan petugas
- 2) Tingkat kesulitan di minimalisasi;
- 3) Suku cadang yang selalu tersedia dan alternatif pada waktu operasional

B. Prosedur perawatan

Untuk setiap kelompok staf yang telah ditunjuk pada pemeliharaan cepat, efektif dan bebas kesalahan paling baik dicapai jika

prosedur logis dan formal diikuti pada setiap kesempatan. Pendekatan sembarangan berdasarkan pendapat subyektif dari teknisi pemeliharaan, meskipun kadang-kadang menghasilkan jalan pintas yang spektakuler, tidak mungkin membuktikan metode yang lebih baik dalam jangka panjang. Prosedur formal juga memastikan bahwa kalibrasi dan pemeriksaan penting tidak dihilangkan, bahwa diagnosis selalu mengikuti urutan logis yang dirancang untuk mencegah deteksi kesalahan yang tidak benar atau tidak lengkap, bahwa alat uji yang benar digunakan untuk setiap tugas (kerusakan kemungkinan terjadi jika alat uji yang salah digunakan) dan bahwa praktik berbahaya dihindari. Prosedur perawatan yang benar dijamin hanya dengan manual yang akurat dan lengkap dan pelatihan menyeluruh.

III. METODE DAN TEKNIK PENGUKURAN

A. Metode Markov Chain

Markovchain merupakan Teknik matematis yang biasanya digunakan dalam melakukan pembuatan model bermacam macam sistem dan proses bisnis. Teknik ini dapat digunakan untuk memperkirakan perubahan-perubahan di waktu yang akan datang atas dasar perubahan-perubahan di waktu yang lalu.

Matrik transisi satu langkah item-i yang merupakan pemeliharaan yang dilakukan oleh perusahaan adalah :

i \ j	1	2	3	4
1	P ₁₁	P ₁₂	P ₁₃	P ₁₄
2	0	P ₂₂	P ₂₃	P ₂₄
3	0	1	P ₃₃	P ₃₄
4	P ₄₁	0	0	0

Maka probabilitas transisi dari status i ke status j ini akan lebih mudah jika disusun dalam suatu bentuk matrik sebagai berikut :

$$[\pi_1 \ \pi_2 \ \pi_3 \ \pi_4] \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & P_{13} & P_{14} \\ 0 & P_{22} & P_{23} & P_{24} \\ 0 & 0 & P_{33} & P_{34} \\ P_{41} & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} = [\pi_1 \ \pi_2 \ \pi_3 \ \pi_4]$$

Catatan : $\pi_1 + \pi_2 + \pi_3 + \pi_4 = 1$

Maka akan di dapat persamaan sebagai berikut :

$$\pi_1 + \pi_2 + \pi_3 + \pi_4 = 1$$

$$P11 \pi_1 + 0 + 0 + P41 \pi_4 = \pi_1$$

$$P12 \pi_1 + P22 \pi_2 + 0 + 0 = \pi_2$$

$$P13 \pi_1 + P23 \pi_2 + P33 \pi_3 + 0 = \pi_3$$

$$P14 \pi_1 + P24 \pi_2 + P34 \pi_3 + 0 = \pi_4$$

B. Analisis Biaya

Dalam menentukan biaya pemeliharaan disini meliputi *preventif maintenance* dan juga *corrective maintenance* yang dilakukan ketika mesin tidak beroperasi dan hanya menitikberatkan biaya pada saat downtime.

C. Biaya Down Time

Biaya ini merupakan biaya yang ditimbulkan akibat tidak beroperasinya suatu mesin.

D. Biaya Penyelenggaraan *preventif maintenance*

$C1i = \text{Average Maintenance Time}$

E. Pencegahan x Biaya down time

Biaya Kerusakan (Pemeliharaan Korektif) Jika biaya pemeliharaan korektif ini dilambangkan dengan $C2i$ untuk setiap item-i maka dapat dinyatakan

$C2i = \text{Waktu rata-rata pemeliharaan perbaikan} \times \text{Biaya down time}$

F. Ekspektasi *Cost Average*

Berdasarkan pada biaya-biaya pemeliharaan pencegahan dan korektif maka akan didapatkan biaya-biaya pemeliharaan untuk masing-masing item. Biaya ekspektasi ini disimbolkan dengan $E(C)$.




IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut akan dipaparkan hasil dan pembahasana pada penelitian ini

A. Jumlah mesin

Tabel 1 jumlah mesin berdasarkan type mesin

No	Type Mesin	Jumlah
1	Type A	2 mesin
2	Type B	4 mesin
3	Type C	3 mesin

Type Mesin	Jumlah
Type A	
Type B	
Type C	

B. Data Waktu Pemeliharaan Preventif

Data waktu pemeliharaan paad type mesin setiap bulan

No	Mesin (2)	Jumlah (3)	Waktu (Menit/Bulan) (4)	Total Waktu (Menit/Bulan) (5) = (3)x(4)	Total Waktu (Jam/Bulan) (6) = (5):60	Total Waktu (Jam/Tahun) (7) = (6) x 12
1	Type A	2	20	40	0,67	8,04
2	Type B	4	20	80	1,33	15,96
3	Type C	3	15	45	0,75	9

C. Data Biaya Down Time

Berikut disampaikan data biaya perbaikan pemeliharaan pada perusahaan

No	Jenis Mesin	Jumlah Mesin	Biaya Down time tiap Mesin (Rp/Jam)	Biaya Down time Total (Rp)
1	Type A	2	345.450	690.900
2	Type B	4	462.700	1.850.800
3	Type C	3	586.350	1.759.050

	C			
--	---	--	--	--

D. Pengolahan Data

Untuk menentukan peluang status akan ditentukan terlebih dahulu besarnya probabilitas transisi yang dapat dihitung berdasarkan proporsi jumlah masing masing status yang dialami, kemudian dibuat matriks awal yang merupakan pemelhaan yang dilaksanakan perusahaan. Berikut diuraikan hasilawal matrik :

Berdasarkan tabel probabilitas transisi mesin type A maka didapatkan nilai probabilitas dari kondisi mesin type A adalah:

a. Kondisi Baik

Kondisi baik ke baik : 0,841
Kondisi baik ke ringan : 0,082
Kondisi baik ke sedang : 0,02
Kondisi baik ke berat : 0,055
Total : 1,178

b. Kondisi Rusak Ringan

Kondisi ringan ke ringan : 0,069
Kondisi n ringan ke sedang : 0,167
Kondisi ringan ke berat : 0,083
Total : 0,319

c. Kondisi Rusak Sedang

Kondisi sedang ke sedang : 0,25
Kondisi sedang ke berat : 0,083
Total : 0,333

d. Kondisi Rusak Berat

Kondisi berat ke baik : 0,25

Berikut matrik mesin type A yang didapatkan dari data diatas

$\begin{matrix} j \\ i \end{matrix}$	1	2	3	4
1	0,841	0,082	0,020	0,055
2	0	0,069	0,167	0,083
3	0	0	0,25	0,083
4	0,25	0	0	0

Berikut matrik mesin type B yang didapatkan perhitungan transisi probabilitas :

$\begin{matrix} j \\ i \end{matrix}$	1	2	3	4
1	0,83	0,111	0,027	0,027
2	0	0,167	0,25	0,083

3	0	0	0,33	0,167
4	0,083	0	0	0

Berikut matrik mesin type C yang didapatkan perhitungan transisi probabilitas

$\begin{matrix} j \\ i \end{matrix}$	1	2	3	4
1	0,847	0,083	0,041	0,027
2	0	0,167	0,416	0,167
3	0	0	0,33	0,167
4	0,083	0	0	0

E. Peluang Status Mesin pada Keadaan Steady State

Berdasarkan analisa peluang terjadinya Failure sedang dan Failure berat dalam keadaan mapan (steady state) untuk jangka panjang pada setiap mesin adalah Sbb :

1) Mesin Type A

Kegiatan Pemeliharaan	Probabilitas			
	Baik (π1)	Kerusakan Ringan (π2)	Kerusakan Sedang (π3)	Kerusakan Berat (π4)
P0	0,384	0,238	0,161	0,619
P1	0,377	0,476	0,087	0,061
P2	0,364	0,091	0,017	0,047
P3	0,545	0,087	0,017	0,048
P4	0,544	0,054	0,029	0,052

2) Mesin Type B

Kegiatan Pemeliharaan	Probabilitas			
	Baik (π1)	Kerusakan Ringan (π2)	Kerusakan Sedang (π3)	Kerusakan Berat (π4)
P0	0,078	0,038	0,050	0,881
P1	0,298	0,314	0,136	0,051
P2	0,858	0,065	0,023	0,023
P3	0,839	0,116	0,023	0,023
P4	0,812	0,108	0,049	0,031

3) Mesin Type C

Kegiatan Pemeliharaan	Probabilitas			
	Baik (π1)	Kerusakan Ringan (π2)	Kerusakan Sedang (π3)	Kerusakan Berat (π4)
P0	0,745	0,370	0,558	0,072
P1	0,816	0,333	0,157	0,068
P2	0,869	0,072	0,036	0,023
P3	0,839	0,104	0,034	0,022
P4	0,868	0,086	0,071	0,038

F. Biaya Ekspektasi Perawatan Usulan Paling Minimum

Dari beberapa pemeliharaan mesin yang diusulkan akan di pilih dengan biaya paling termurah dari biaya ekspektasi yang ada.

No	Mesin	Ekspektasi Biaya Perawatan (Rp)			
		P1	P2	P3	P4
1	Mesin Type A	2.559.499	2.459.498	2.450.253	1.986.558
2	Mesin Type B	11.794.069	7.018.410	7.518.459	12.122.711
3	Mesin Type C	8.777.809	5.134.711	8.998.800	9.090.896
Total Biaya		22.512.352	15.632.119	18.965.512	23.370.138

1. Untuk P1 didapat *Average Cost* ekspektasi senilai Rp. 22.512.352,-
2. Untuk P2 didapat *Average Cost* ekspektasi senilai Rp. 15.632.119,-
3. Untuk P3 didapat *Average Cost* ekspektasi senilai Rp. 18.965.512,-
4. Untuk P4 didapat *Average Cost* ekspektasi senilai Rp. 23.370.138,-

Jadi didapatkan total biaya perawatan paling minimum adalah usulan kebijakan perawatan P2, yaitu sebesar Rp 15.632.119,-

G. Biaya mesin yang ekonomis

Penghematan dari biaya usulan perencanaan pemeliharaan mesin yang minimum (P2) adalah :

$(Rp\ 36.226.936,-) - (Rp\ 15.632.119,-) = Rp\ 20.594.817,-$

$(Rp\ 20.594.817,-) / (Rp\ 36.226.936,-) \times 100\ % = 56,86\ %$

Biaya pemeliharaan awal Rp 36.226.936,-

Biaya pemeliharaan usulan terminimum Rp 15.632.119,-

Dari perhitungan biaya pemeliharaan awal – biaya pemeliharaan usulan termurah diperoleh penghematan biaya sebesar Rp 20.594.817,- = 56,86%

Berdasarkan dari data-data yang ada, maka dapat diketahui biaya pemeliharaan metode perusahaan dan metode *Markov Chain* :

Jenis Mesin	Biaya Pemeliharaan Metode Perusahaan	Rata-rata waktu antar Kerusakan (Hari)	Biaya Pemeliharaan Metode Markov Chain	Perencanaan Pemeliharaan
Mesin Type A	Rp 4.375.304,-	24	Rp 2.459.498,-	0,56 Bulan
Mesin Type B	Rp 11.794.069,-	23	Rp 7.018.410,-	1,52 Bulan
Mesin Type C	Rp 8.777.777,-	28	Rp 8.154.211,-	0,91 Bulan
Jumlah	Rp 36.226.936,-		Rp 15.632.119,-	

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat ditarik kesimpulan pada type mesin A yang berjumlah

2 mesin, diperlukan waktu 40 menit, untuk type mesin B yang berjumlah 4 mesin memerlukan 80 menit, dan pada type mesin C yang berjumlah 3 mesin memerlukan waktu sekitar 45 menit untuk tindakan perbaikan dalam satu bulan

Berdasarkan perencanaannya menggunakan metode *markovchain* maka dapat disimpulkan beberapa hal berikut yaitu, perencanaan pemeliharaan mesin type A dan C dilaksanakan setiap satu bulan satukali, dan untuk type mesin C dilaksanakan satu setengah bulan sekali. Adapun perhitungan Ketika metode markov chain dilaksanakan sesuai rencana maka akan didapatkan total biaya pemeliharaan sebesar 15.632.119,- atau dapat menghemat biaya perawatan sekitar 20.594.817,- dari biaya pemeliharaan tanpa menggunakan metode markovchain yaitu 36.226.936,-.

DAFTAR PUSTAKA

- Endo, E. van Leeuwen, and M. Baguelin, "Introduction to particle Markov-chain Monte Carlo for disease dynamics modellers," *Epidemics*, vol. 29, no. February, p. 100363, 2019, doi: 10.1016/j.epidem.2019.100363.
- R. Eliyus, J. Alhilman, and Sutrisno, "Estimasi Biaya Maintenance yang Optimal dengan Metode Markov Chain dan Penentuan Umur Mesin serta Jumlah Maintenance Crew yang Optimal dengan metode Life Cycle Cost (Studi Kasus: PT TOA GALVA)," *J. Rekayasa Sist. Ind.*, vol. 1, no. 2, pp. 48–54, 2014.
- Bayu Indra Prasetyo, "Pemeliharaan mesin produksi percetakan menggunakan metode markov chain di CV .Dunia Printig," no. 08660093, pp. 1–147, 2018.
- Paraforos and H. W. Griepentrog, "Tractor fuel rate modeling and simulation using switching Markov chains on CAN-Bus data," *IFAC-PapersOnLine*, vol. 52, no. 30, pp. 379–384, 2019, doi: 10.1016/j.ifacol.2019.12.580.
- KUSUMA, "Penjadwalan Perawatan Mesin Di Industri Menggunakan Metode Markov Chain," 2018.
- Bacci, G. Bacci, K. G. Larsen, and R. Mardare, "Complete Axiomatization for the Total Variation Distance of Markov

- Chains,” *Electron. Notes Theor. Comput. Sci.*, vol. 336, pp. 27–39, 2018, doi: 10.1016/j.entcs.2018.03.014.
- L. Qiang and D. Min, “ScienceDirect Research on Complexity Model of Important Product Traceability Efficiency Based on Markov Chain,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 166, pp. 456–462, 2020, doi: 10.1016/j.procs.2020.02.065.
- M. N. Andriani, F. Firdaniza, and I. Irianingsih, “Reliabilitas Suatu Mesin Menggunakan Rantai Markov (Studi Kasus: Mesin Proofer Di Pabrik Roti Super Jam Banten),” *J. Mat. Integr.*, vol. 13, no. 1, p. 43, 2017, doi: 10.24198/jmi.v13.n1.11414.43-50.
- R. P. R and S. N, “Minimizing transmission loss using inspired ant colony optimization and Markov Chain Monte Carlo in underwater WSN environment,” *J. Ocean Eng. Sci.*, vol. 4, no. 4, pp. 317–327, 2019, doi: 10.1016/j.joes.2019.05.007.
- Rr.Rochmoeljati, “Perencanaan Perawatan Mesin Menggunakan Metode Markov Chain Untuk Meminimumkan Biaya Perawatan,” *J. Prodi Tek. Ind. FTI-UPNV Jatim*, pp. 63–74, 2012. *Tekmapro: Journal of Industrial Engineering and Management*, 8(1). <http://www.ejournal.upnjatim.ac.id/index.php/tekmapro/article/view/561>
- T. Shella, “Perencanaan pemeliharaan mesin burner pada tungku peleburan alumunium dengan menggunakan metode markov chain untuk meminimumkan biaya pemeliharaan,”
- Z. Wang, J. Zhang, P. Liu, C. Qu, and X. Li, “Driving cycle construction for electric vehicles based on Markov chain and Monte Carlo method: A case study in Beijing,” *Energy Procedia*, vol. 158, pp. 2494–2499, 2019, doi: 10.1016/j.egypro.2019.01.389.