

Perencanaan Perawatan Mesin Menggunakan Metode *Markov Chain* untuk Meminimumkan Biaya Perawatan di PT Mencast Offshore and Marine Batam

Sanusi¹, Tommy Saputra², Hendri Hidayat³

^{1,2}Universitas Ibnu Sina, Jl. Teuku Umar, Lubuk Baja, Kota Batam

³Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Ibnu Sina, Batam

e-mail: 1sanusi@uis.ac.id, 2tommy@uis.ac.id, 31610128425202@uis.ac.id

Abstrak

Sistem perawatan mesin di PT. Mencast Offshore and Marine sangat jarang dilakukannya perawatan pencegahan secara teratur terhadap mesin-mesin tersebut, mengakibatkan mesin mengalami kerusakan sehingga membutuhkan biaya yang cukup besar untuk biaya perbaikan. Mesin yang sering mengalami kerusakan antara lain: Welding Machine berumur 3 tahun lebih dengan kapasitas produksi 200-500Ampere, Lathe Machine berumur 3 tahun lebih dengan kapasitas produksi maksimal 80 Ampere dan mesin Overhead Crane berumur 1,5 tahun dengan kapasitas produksi 10 ton. Penelitian ini menggunakan metode Markov Chain, dengan langkah-langkah: menghitung probabilitas transisi, membuat matriks transisi awal, Menghitung probabilitas kondisi mesin steady state, Menghitung biaya preventive, Menghitung biaya corrective, Menghitung biaya rata-rata ekspektasi, dan Menghitung penghematan biaya pemeliharaan. Berdasarkan perhitungan yang dilakukan diperoleh hasil biaya yang dikeluarkan perusahaan Rp. 50.922.766 dan dari pemeliharaan usulan termurah (P3) menggunakan metode Markov Chain biaya perawatan sebesar Rp. 45.360.870 yang terdiri dari biaya perawatan Welding Machine Rp. 8.868.923, Lathe Machine Rp. 17.989.371 dan Over Head Crane Rp. 18.502.576. Dengan masing-masing mesin perencanaan pemeliharaan setiap 1 bulan. Setelah melakukan perhitungan diperoleh kesimpulan bahwa metode Markov Chain dapat diterapkan sebagai usulan rencana jadwal waktu perawatan Welding Machine, Lathe Machine dan OverHead Crane yang lebih efektif dan juga berpengaruh untuk menghemat biaya pemeliharaan yang didasarkan atas biaya *downtime* perawatan pencegahan dan biaya perawatan perbaikan pada PT. Mencast Offshore and Marine.

Kata kunci : Perawatan Mesin, Biaya Perawatan, *Markov Chain*

Abstract

Machine maintenance system at PT. Mencast Offshore and Marine maintenance has very rare regular precautions against these machines, resulting in the machine experiencing damage so that it requires a large enough cost for repair costs. Frequent machines are damaged, among others: Welding Machine is more than 3 years old with a capacity of 200-500Ampere production, Lathe Machine is more than 3 years old with a maximum production capacity 80 Ampere and Overhead Crane machine 1.5 years old with a production capacity of 10 tons. This study uses the Markov Chain method, with the following steps: calculating transition probability, create an initial transition matrix, Calculate the steady state probability of the machine state, Calculating preventive costs, Calculating corrective costs, Calculating average costs expectations, and Calculate maintenance cost savings. Based on the calculations that carried out the results obtained by the company's costs of Rp. 50,922,766 and from maintenance the cheapest proposal (P3) using the Markov Chain

method of maintenance costs is Rp. 45,360,870 which consists of the Welding Machine maintenance fee of Rp. 8,868,923 , Lathe Machine Rp. 17,989,371 and OverHead Crane Rp. 18,502,576. With each machine maintenance planning every 1 month. After performing the calculations, it was concluded that the Markov Chain . method can be applied as a proposed maintenance schedule for Welding Machine, Lathe Machine and OverHead Crane which is more effective and also influential to save maintenance costs which is based on preventive maintenance downtime costs and repair maintenance costs on PT. Mencast Offshore and Marine.

Keywords : engine maintenance, maintenance costs, Markov Chain

PENDAHULUAN

Suatu perusahaan seringkali dijumpai kerusakan mesin karena kurangnya perhatian untuk melakukan perawatan mesin secara teratur sehingga mengakibatkan kerugian kepada perusahaan karena mesin tersebut membutuhkan biaya perbaikan dan membutuhkan biaya yang tidak sedikit. Kerusakan setiap industri khususnya industri manufaktur harus memperhatikan sistem perawatan yang ada. Sistem perawatan merupakan suatu tindakan yang penting dengan tujuan untuk menghasilkan produk yang baik atau untuk mengembalikan keadaan keadaan yang memuaskan.

PT Mencast Offshore and Marine adalah perusahaan yang bergerak di bidang minyak, gas, pembangkit listrik, bangunan kapal dan pembuatan barang-barang dari besi seperti pembuatan tangki dan pipa. Diantara mesin-mesin produksi PT Mencast Offshore and Marine yang sering mengalami kerusakan antara lain: *Welding Machine* berumur 3 tahun lebih dengan kapasitas produksi 200-500 Ampere , *Lhate Machine* berumur 3 tahun lebih dengan kapasitas produksi *maximal* 80 Ampere dan mesin *Overhead Crane* berumur 1,5 tahun dengan kapasitas produksi 10 ton.

sistem perawatan mesin di PT. Mencast Offshore and Marine sangat jarang dilakukannya perawatan pencegahan secara teratur terhadap mesin-mesin tersebut, mengakibatkan mesin mengalami kerusakan sehingga membutuhkan biaya yang cukup besar untuk biaya perbaikan.

PT Mencast Offshore and Marine melakukan perawatan pencegahan hanya 6 bulan sekali saja. Sedangkan menurut dalam buku perawatan dan perbaikan mesin industri penulis oleh Syamsul Hadi bahwa waktu kegiatan penyusunan jadwal perawatan dibuat berdasarkan waktu terkecil berupa mingguan yang setahun kalender dibagi menjadi 52 minggu.

Rantai Markov atau metode *Markov Chain* adalah suatu teknik matematika yang biasa digunakan untuk melakukan pembuatan model (*modelling*) 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. Teknik ini dapat juga digunakan untuk menganalisa kejadian-kejadian di waktu-waktu mendatang secara matematis. Model rantai Markov dikembangkan oleh seorang ahli Rusia bernama A.A. Markov pada tahun 1906 (Hamdy,2002). (Rudi Hartanto, 2014). (Adi Candra, 2020) (Indra Irdianto, 2019)

Dengan adanya masalah diatas, maka akan dilakukan perencanaan pemeliharaan mesin produksi menggunakan metode *Markov Chain* dengan harapan dapat meminimumkan biaya perawatan.

METODE PENELITIAN

2.1. Waktu Dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT. Mencast Offshore And Marine yang beralamat di Jl. Brigjen Katamso No.KM, RW.5, Tj. Uncang, Kec. Batu Aji, Kota Batam. Penelitian ini

mulai pada bulan 20 Januari 2021 – 20 Maret 2021. Dan data yang diambil dari bulan Januari – Desember 2019.

2.2. Jenis Data

Dalam pengumpulan data untuk penulisan Penelitian ini, maka jenis data yang dikumpulkan dikelompokkan dalam dua jenis, yaitu:

- a. Data Primer, yaitu data yang diperoleh secara langsung dari narasumber dengan cara melakukan wawancara dan pengamatan secara langsung sesuai dengan permasalahan yang diteliti yang akan diamati jadwal perawatan setiap mesin, kondisi kerusakan mesin, dan melakukan dokumentasi pada mesin yg mengalami kerusakan di PT. Mencast Offshore And Marine.
- b. Data Sekunder, yaitu data yang didapat dari bahan dokumen atau bahan laporan tentang jenis penelitian yang berkaitan atau yang berhubungan dengan penelitian ini.

2.3. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Pengamatan

Data yang didapat di lapangan berdasarkan pengamatan peneliti terhadap kerusakan dan jenis mesin yang ada di PT Mencast Offshore and Marine, di mana peneliti terjun langsung di lokasi penelitian, dan mengambil beberapa informasi mengenai pengelompokan mesin, transisi status mesin, jadwal perawatan pencegahan dan perbaikan.

2. Wawancara

Penulis juga mengadakan wawancara langsung dengan pimpinan atau karyawan yang berkepentingan mengenai jenis dan kerusakan mesin di PT Mencast Offshore and Marine.

3. Studi Pustaka

Yaitu penelitian yang berguna untuk mengumpulkan data-data dengan jalur membaca literatur yang ada hubungannya dengan proses pemecahan masalah.

2.4 Metode Pengolahan Data

1. Menghitung Probabilitas Transisi

Keadaan transisi ini merupakan suatu proses random dan dinyatakan dalam bentuk probabilitas. Probabilitas dikenal sebagai probabilitas transisi. Probabilitas ini dapat digunakan untuk menentukan probabilitas keadaan atau periode berikutnya.

2. Membuat Matriks Transisi Awal

Pada tahapan ini membentuk matriks transisi awal kegiatan pemeliharaan dan usulan. peluang transisi p adalah tetap dan tidak bergantung pada waktu t , dimana p adalah peluang transisi satu langkah yang bergerak dari keadaan i ke keadaan j .

3. Menghitung probabilitas kondisi mesin *steady state*

Steady State akan menghasilkan probabilitas yang sama pada periode kedepan maka rumus nya adalah:

$$(Nn(i) \ Mn(i) = (Nn(i) \ Mn(i) \times \text{Matriks Probabilitas Transisi}$$

4. Menghitung biaya *preventive*

Biaya perawatan preventif adalah biaya yang dikeluarkan setiap perawatan rutin mesin, meliputi biaya tenaga kerja dan biaya perawatan. Menghitung biaya penyelenggaraan pemeliharaan preventive (C_{1i}).

$$C_{1i} = \text{waktu rata-rata pemeliharaan pencegahan } (W_{1i}) \times \text{Biaya down time}$$

5. Menghitung biaya *corrective*

Corrective maintenance bersifat perbaikan yakni menunggu sampai kerusakan terjadi terlebih dahulu, kemudian baru diperbaiki agar fasilitas produksi maupun peralatan yang ada dapat dipergunakan kembali dalam proses produksi sehingga operasi dalam proses produksi dapat berjalan lancar dan kembali normal. Menghitung biaya penyelenggaraan pemeliharaan *corrective* (C_{2i})

C_{2i} = waktu rata-rata kerusakan (W_{2i}) X Biaya *down time*

6. Menghitung biaya rata-rata ekspektasi

Menghitung biaya rata-rata ekspektasi pemeliharaan mesin

7. Menghitung penghematan biaya pemeliharaan

Menghitung penghematan biaya pemeliharaan atau perawatan mesin menggunakan data yang sudah ada

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Penelitian

1. Data Jenis Mesin

Tabel 3.1 Jenis dan Jumlah Mesin yang Mengalami Kerusakan

No	Nama Mesin	Jumlah (unit)
1	<i>Welding Machine</i>	3
2	<i>Lathe Machine</i>	3
3	<i>OverHead Crane</i>	3

2. Data transisi status untuk setiap mesin

Perubahan kondisi tiap jenis mesin dapat ditabulasikan ke dalam tabel berikut ini:

Tabel 3.2 Transisi Status *Welding Machine*

Bulan/ Tahun	Status									
	Baik				Ringan			Sedang		Berat
	B/B	B/KR	B/KS	B/KB	KR/KR	KR/KS	KR/KB	KS/KS	KS/KB	KB/KB
Jan 19	1	0	0	0	1	0	0	2	0	1
Feb 19	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1
Mar 19	2	0	0	0	1	0	0	3	0	1
Apr 19	0	0	0	1	0	1	1	0	1	2
Mei 19	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1
Jun 19	0	0	1	0	1	0	0	1	0	2
Jul 19	0	1	0	0	0	0	1	0	1	2
Agus 19	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
Sep 19	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1
Okt 19	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1
Nov 19	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1
Des 19	0	1	0	0	1	0	1	1	1	2

Keterangan:

B/B = Kondisi baik ke kondisi baik

B/Kr = Kondisi baik ke kondisi kerusakan ringan

B/Ks = Kondisi baik ke kondisi kerusakan sedang

B/Kb = Kondisi baik ke kondisi kerusakan berat

Kr/Kr = Kondisi kerusakan ringan ke kondisi kerusakan ringan
 Kr/Ks = Kondisi kerusakan ringan ke kondisi kerusakan sedang
 Kr/Kb = Kondisi kerusakan ringan ke kondisi kerusakan berat
 Ks/Ks = Kondisi kerusakan sedang ke kondisi kerusakan sedang
 Ks/Kb = Kondisi kerusakan sedang ke kondisi kerusakan berat
 Kb/Kb = Kondisi kerusakan berat ke kondisi baik

Tabel 3.3 Transisi Status *Lathe Machine*

Bulan/ Tahun	Status									
	Baik				Ringan			Sedang		Berat
	B/B	B/KR	B/KS	B/KB	KR/KR	KR/KS	KR/KB	KS/KS	KS/KB	KB/KB
Jan 19	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1
Feb 19	1	0	1	0	2	0	0	1	1	1
Mar 19	0	2	0	0	0	1	0	1	0	2
Apr 19	1	0	0	1	0	1	0	2	0	1
Mei 19	2	0	0	0	0	1	0	0	1	1
Jun 19	0	1	1	0	0	1	0	2	0	1
Jul 19	0	2	0	0	1	0	1	1	0	2
Agus 19	1	1	0	2	0	0	1	0	2	3
Sep 19	0	0	0	1	0	2	0	0	1	1
Okt 19	2	0	0	0	0	1	0	0	1	1
Nov 19	0	2	0	0	0	0	1	0	2	1
Des 19	0	0	1	0	0	2	0	0	1	2

Tabel 3.4 Transisi Status *OverHead Crane*:

Bulan/ Tahun	Status									
	Baik				Ringan			Sedang		Berat
	B/B	B/KR	B/KS	B/KB	KR/KR	KR/KS	KR/KB	KS/KS	KS/KB	KB/KB
Jan 19	0	0	1	0	2	0	0	1	0	1
Feb 19	1	1	0	0	1	0	0	0	1	2
Mar 19	0	0	1	1	0	1	0	0	2	1
Apr 19	2	0	0	0	0	0	1	0	2	1
Mei 19	0	1	0	0	2	1	1	1	0	3
Jun 19	0	1	0	0	2	0	0	1	0	1
Jul 19	0	0	0	1	0	0	2	1	2	3
Agus 19	1	1	2	0	0	1	0	0	1	1
Sep 19	2	0	0	0	0	1	0	0	1	1
Okt 19	1	0	0	0	0	2	0	1	0	1
Nov 19	0	2	0	0	0	0	2	1	2	3
Des 19	0	1	0	0	1	0	0	2	0	1

3. Biaya Perawatan Perusahaan Pada Kondisi Riil

Berikut ini akan diberikan perhitungan tentang biaya perawatan tiap mesin yang mengalami kerusakan

Tabel 3.5 Data Waktu Pemeliharaan dan Biaya Down Time

No	Mesin	Waktu Pemeliharaan Pencegahan (jam/Tahun)	Waktu Perbaikan (Jam/Tahun)	Biaya Down Time Total	Biaya Down Time Produksi / Jam
1	Welding Machine	9	78.40	Rp. 594.432	Rp. 2.200.000
2	Lathe Machine	24	67.60	Rp. 1.218.528	
3	OverHead Crane	30.20	97.60	Rp. 2.813.310	

3.2 Pengolahan Data

1. Probabilitas Transisi Setiap Mesin

Dengan mengelola data transisi status mesin dan data status mesin, maka dapat disusun tabel probabilitas transisi seperti pada tabel berikut:

Tabel 3.6 Probabilitas Transisi *Welding Machine*

Bulan/ Tahun	Status									
	Baik				Ringan			Sedang		Berat
	B/B	B/KR	B/KS	B/KB	KR/KR	KR/KS	KR/KB	KS/KS	KS/KB	KB/KB
	P11	P12	P13	P14	P22	P23	P24	P33	P34	P41
Jan 19	1/1	0	0	0	1/1	0	0	2/2	0	1/1
Feb 19	½	0	0	½	0	1/1	0	0	1/1	1/1
Mar 19	2/2	0	0	0	1/1	0	0	3/3	0	1/1
Apr 19	0	0	0	1/1	0	½	½	0	1/1	2/2
Mei 19	½	0	½	0	1/1	0	0	1/1	0	1/1
Jun 19	0	0	1/1	0	1/1	0	0	1/1	0	2/2
Jul 19	0	1/1	0	0	0	0	1/1	0	1/1	2/2
Agus 19	0	½	0	½	0	1/1	0	1/1	0	1/1
Sep 19	1/1	0	0	0	1/1	0	0	1/1	0	1/1
Okt 19	2/3	0	0	1/3	1/2	0	1/2	1/2	1/2	1/1
Nov 19	0	0	0	1/1	0	½	½	0	1/1	1/1
Des 19	0	1/1	0	0	½	0	½	1/2	1/2	2/2
Average	0.389	0.208	0.125	0.278	0.5	0.25	0.25	0.58	0.41	1

Tabel 3.7 Probabilitas Transisi *Lathe Machine*

Bulan/ Tahun	Status									
	Baik				Ringan			Sedang		Berat
	B/B	B/KR	B/KS	B/KB	KR/KR	KR/KS	KR/KB	KS/KS	KS/KB	KB/KB
	P11	P12	P13	P14	P22	P23	P24	P33	P34	P41
Jan 19	1/1	0	0	0	1/1	0	0	1/1	0	1/1
Feb 19	½	0	½	0	2/2	0	0	½	½	1/1
Mar 19	0	2/2	0	0	0	1/1	0	1/1	0	2/2
Apr 19	½	0	0	1/2	0	1/1	0	2/2	0	1/1
Mei 19	2/2	0	0	0	0	1/1	0	0	1/1	1/1
Jun 19	0	½	1/2	0	0	1/1	0	2/2	0	1/1
Jul 19	0	2/2	0	0	1/2	0	½	1/1	0	2/2
Agus 19	¼	1/4	0	2/4	0	0	1/1	0	2/2	3/3
Sep 19	0	0	0	1/1	0	2/2	0	0	1/1	1/1
Okt 19	2/2	0	0	0	0	1/1	0	0	1/1	1/1
Nov 19	0	2/2	0	0	0	0	1/1	0	2/2	1/1
Des 19	0	0	1/1	0	0	2/2	0	0	1/1	2/2
Average	0.354	0.312	0.167	0.167	0.208	0.583	0.208	0.458	0.542	1

Tabel 3.8 Probabilitas Transisi *OverHead Crane*

Bulan/ Tahun	Status									
	Baik				Ringan			Sedang		Berat
	B/B	B/KR	B/KS	B/KB	KR/KR	KR/KS	KR/KB	KS/KS	KS/KB	KB/KB
	P11	P12	P13	P14	P22	P23	P24	P33	P34	P41
Jan 19	0	0	1/1	0	2/2	0	0	1/1	0	1/1
Feb 19	½	1/2	0	0	1/1	0	0	0	1/1	2/2
Mar 19	0	0	1/2	1/2	0	1/1	0	0	2/2	1/1
Apr 19	2/2	0	0	0	0	0	1/1	0	2/2	1/1
Mei 19	0	1/1	0	0	2/4	1/4	1/4	1/1	0	3/3
Jun 19	0	1/1	0	0	2/2	0		1/1	0	1/1
Jul 19	0	0	0	1/1	0	0	2/2	1/3	2/3	3/3
Agus 19	¼	1/4	2/4	0	0	1/1	0	0	1/1	1/1
Sep 19	2/2	0	0	0	0	1/1	0	0	1/1	1/1
Okt 19	1/1	0	0	0	0	2/2	0	1/1	0	1/1
Nov 19	0	2/2	0	0	0	0	2/2	1/3	2/3	3/3
Des 19	0	1/1	0	0	1/1	0	0	2/2	0	1/1
Average	0.313	0.396	0.166	0.125	0.375	0.354	0.270	0.472	0.526	1

2. Probabilitas Status Mesin pada Keadaan *Steady State*

Probabilitas terjadinya kerusakan sedang dan kerusakan berat dalam keadaan mapan (*steady state*) untuk jangka panjang pada setiap mesin adalah sebagai berikut:

Tabel 3.9 Probabilitas Status *Welding Machine*

Kegiatan Pemeliharaan	Probabilitas			
	Baik (x_1)	Kerusakan Ringan (x_2)	Kerusakan Sedang (x_3)	Kerusakan Berat (x_4)
P ₀	0.388	0.161	0.211	0.237
P ₁	0.294	0.391	0.134	0.179
P ₂	0.621	0.129	0.077	0.173
P ₃	0.576	0.192	0.072	0.160
P ₄	0.493	0.205	0.112	0.188

Tabel 3.10 Probabilitas Status *Lathe machine*

Kegiatan Pemeliharaan	Probabilitas			
	Baik (x_1)	Kerusakan Ringan (x_2)	Kerusakan Sedang (x_3)	Kerusakan Berat (x_4)
P ₀	0.361	0.142	0.263	0.233
P ₁	0.183	0.421	0.276	0.118
P ₂	0.608	0.190	0.101	0.101
P ₃	0.552	0.264	0.092	0.092
P ₄	0.491	0.193	0.194	0.122

Tabel 3.11 Probabilitas Status *OverHead Crane*

Kegiatan Pemeliharaan	Probabilitas			
	Baik (x_1)	Kerusakan Ringan (x_2)	Kerusakan Sedang (x_3)	Kerusakan Berat (x_4)
P ₀	0.330	0.207	0.247	0.226
P ₁	0.214	0.445	0.193	0.147
P ₂	0.593	0.235	0.098	0.074
P ₃	0.540	0.303	0.089	0.068
P ₄	0.431	0.273	0.168	0.127

3. Analisa Biaya Rata-Rata Ekspektasi Paling Minimum

Biaya rata-rata ekspektasi yang paling murah yang didapatkan dari hasil perhitungan adalah sebagai berikut:

Tabel 3.12 Ekspektasi Biaya Perawatan Mesin

No	Jenis Mesin	Ekspektasi Biaya perawatan (Rp)				
		P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄
1	<i>Welding Machine</i>	11.566.421	9.747.504	13.174.801	9.801.723	14.641.039
2	<i>Lathe Machine</i>	19.705.390	18.658.283	23.058.129	18.974.971	26.724.907
3	<i>OverHead Crane</i>	62.552.066	57.508.779	72.470.140	73.938.104	81.649.821
Total Biaya		93.823.877	85.914.566	108.703.070	102.714.798	123.015.767

Dari perhitungan di atas diperoleh biaya rata-rata ekspektasi yang paling minimum terletak pada pemeliharaan usulan P₁ yaitu Pemeliharaan korektif pada status 4 dan pemeliharaan pencegahan pada status 3 sebesar Rp 85.914.566/ 1 tahun.

Keterangan :

P_1 = Pemeliharaan Korektif pada status kerusakan berat, pemeliharaan pencegahan pada status kerusakan ringan dan sedang.

4. Perbandingan Biaya Perawatan Awal Dengan Biaya Perawatan Usulan Paling Minimum

Berdasarkan perhitungan biaya perawatan, didapatkan perbandingan antara biaya perawatan perusahaan dengan biaya perawatan usulan adalah:

Tabel 3.13 Perbandingan Biaya Perawatan Awal Dengan Biaya Perawatan Usulan Termurah

Jenis Mesin	Biaya Pemeliharaan Awal (Rp.)	Biaya Pemeliharaan Usulan (Rp.)	Penghematan Biaya Pemeliharaan (Rp.)	Penghematan Biaya Pemeliharaan (%)
<i>Welding Machine</i>	11.566.421	9.747.504	1.818.917	15.72%
<i>Lathe Machine</i>	19.705.390	18.658.283	1.047.107	5.31%
<i>OverHead Crane</i>	62.552.066	57.508.779	5.043.287	8.06%

5. Perencanaan Penjadwalan Pemeliharaan Mesin Menggunakan Metode *Markov Chain*

Tabel 3.14 Data Jumlah Waktu Pemeliharaan Perbaikan

No	Jenis Mesin	Rata-Rata Waktu Antar Kerusakan	Pemeliharaan Perbaikan (Jam/Tahun)
1	<i>Welding Machine</i>	28	78.40
2	<i>Lathe Machine</i>	28	67.60
3	<i>OverHead Crane</i>	22	97.60
Jumlah			243.60

a. Perencanaan jadwal pemeliharaan untuk *Welding Machine*:

$$= \frac{\text{waktu pemeliharaan corrective tiap mesin}}{\sum \text{waktu pemeliharaan corrective}} \times \sum \text{waktu pemeliharaan}$$

$$= \frac{78.40 \text{ Jam}}{243.60 \text{ Jam}} \times 63.20 \text{ Jam} = 20.34 \text{ Jam}$$

$$20.34 \text{ jam} = 20 \text{ Jam} / 12 \text{ bulan} = 1.66/\text{jam}$$

Jadi pemeliharaan dilakukan setiap :

$$\frac{20 \text{ Jam}}{243.60 \text{ Jam}} \times 12 \text{ bulan} = 1 \text{ bulan}$$

b. Perencanaan jadwal pemeliharaan untuk *Lathe Machine*:

$$= \frac{\text{waktu pemeliharaan corrective tiap mesin}}{\sum \text{waktu pemeliharaan corrective}} \times \sum \text{waktu pemeliharaan}$$

$$= \frac{67.60 \text{ Jam}}{243.60 \text{ Jam}} \times 63.20 \text{ Jam} = 18 \text{ Jam} / 12 \text{ bulan} = 1.5/\text{jam}$$

Jadi pemeliharaan dilakukan setiap :

$$\frac{18 \text{ Jam}}{243.60 \text{ Jam}} \times 12 \text{ bulan} = 0.886 \text{ bulan} = 1 \text{ bulan}$$

c. Perencanaan jadwal pemeliharaan untuk *OverHead Crane*:

$$= \frac{\text{waktu pemeliharaan corrective tiap mesin}}{\sum \text{waktu pemeliharaan corrective}} \times \sum \text{waktu pemeliharaan}$$

$$= \frac{97.60 \text{ Jam}}{243.60 \text{ Jam}} \times 63.20 \text{ Jam} = 25.32 \text{ Jam}$$

$$25.32 \text{ jam} = 25 \text{ Jam} / 12 \text{ bulan} = 2/\text{jam}$$

Jadi pemeliharaan dilakukan setiap :

$$\frac{25 \text{ Jam}}{243.60 \text{ Jam}} \times 12 \text{ bulan} = 1.231 \text{ bulan} = 1 \text{ bulan}$$

3.3 Pembahasan

Berdasarkan hasil pengolahan data – data yang ada, maka dapat diketahui biaya pemeliharaan metode perusahaan dan metode *Markov Chain* bulan Januari 2019 – Desember 2019 berdasarkan pada tabel berikut ini

Tabel 3.15 biaya pemeliharaan metode perusahaan dan metode *Markov Chain* bulan Januari 2019 – Desember 2019

Jenis Mesin	Biaya Pemeliharaan Awal	Biaya Pemeliharaan Usulan	Waktu Perencanaan Pemeliharaan	Perencanaan Pemeliharaan
<i>Welding Machine</i>	Rp.11.566.421	Rp.9.747.504	1.66 jam per 1 bulan	pemeliharaan usulan P_1 yaitu Pemeliharaan korektif pada status 4 dan pemeliharaan pencegahan pada status 3
<i>Lathe Machine</i>	Rp.19.705.390	Rp.18.658.283	1.5 jam per 1 bulan	
<i>OverHead Crane</i>	Rp. 62.552.066	Rp.57.508.779	2 jam per 1 bulan	
Jumlah	Rp. 93.823.877	Rp. 85.914.566		

SIMPULAN

Berdasarkan pembahasan dari bab sebelumnya, kesimpulan yang dapat diambil adalah:

- Berdasarkan hasil perhitungan waktu pemeliharaan perbaikan mesin dan waktu pemeliharaan pencegahan perawatan mesin didapatkan waktu usulan penjadwalan pemeliharaan pencegahan perawatan *Welding Machine*, *Lathe Machine* dan *OverHead Crane* dilakukan setiap 1 bulan sekali untuk mencegah terjadinya kerusakan
- Dari hasil penelitian didapatkan biaya usulan perawatan mesin dengan menggunakan metode *Markov Chain* adalah :
 - Welding Machine* biaya usulan sebesar Rp.9.747.504 sedangkan biaya pemeliharaan awal sebesar Rp.11.566.421 Dari biaya usulan perawatan mesin dan biaya perusahaan dapat menghemat sebesar Rp.1.818.917 atau 15.72%
 - Lathe Machine* biaya usulan sebesar Rp.18.658.283 sedangkan biaya pemeliharaan awal sebesar Rp.19.705.390 Dari biaya usulan perawatan mesin dan biaya perusahaan dapat menghemat sebesar Rp.1.047.107 atau 5.31%
 - OverHead Crane* biaya usulan sebesar Rp.57.508.779 sedangkan biaya pemeliharaan awal sebesar Rp.62.552.066 Dari biaya usulan perawatan mesin dan biaya perusahaan dapat menghemat sebesar Rp.5.043.287 atau 8.06% .

Dan pemeliharaan usulan pemeliharaan usulan P_1 yaitu Pemeliharaan korektif pada status 4 dan pemeliharaan pencegahan pada status 3. Dengan menggunakan metode *Markov Chain* dapat meminimumkan biaya perawatan mesin dan dapat menghemat biaya perawatan mesin.

SARAN

Berdasarkan pada kesimpulan di atas, saran terbagi menjadi dua yaitu:

1. Diharapkan perusahaan dapat mengimplementasikan usulan penjadwalan pemeliharaan pencegahan terhadap *Welding Machine*, *Lathe Machine*, dan *OverHead Crane* agar meminimumkan biaya perawatan dan mengurangi tingkat kerusakan mesin dengan menggunakan metode *Markov Chain* (Rantai Markov).
2. Diharapkan peneliti selanjutnya untuk mencantumkan data biaya *down time maintenance* dan data biaya *down time* produksi pada pengolahan data agar mendapatkan hasil perhitungan biaya yang tepat.

DAFTAR PUSTAKA

- Alvasandy, D. (2012). "Perencanaan Perawatan Mesin Menggunakan Metode *Markov Chain* Untuk Meminimumkan Biaya Perawatan Di CV Surya Electrical Gresik". Skripsi. Fakultas Teknologi Industri. Jurusan Teknik Industri. Universitas Pembangunan Nasional VETERAN Jawa Timur. 16-26.
- Ching, Wai-Ki. (2006). *Markov Chains : Models, Algorithms And Applications*. New York: Springer Science + Business Media. 1-2
- Hadi, Syamsul. (2019). Perawatan Dan Perbaikan Mesin Industri. Yogyakarta: ANDI. 18-34
- Irdianto, I. (2019). "Penggunaan Metode *Markov Chain* Dalam Penjadwalan Perawatan Mesin Untuk Meminimalkan Biaya Kerusakan Mesin Dan Perawatan Mesin Mill 303 Di Pt. Steel Pipe Industry Of Indonesia Unit 3". Jurnal Industri. Teknik Industri. Fakultas Teknologi Industri. Institut Adhi Tama Surabaya.
- Maulana, S, D. (2019). "Perencanaan Perawatan Mesin Dengan Menggunakan Metode *Markov Chain* Di Pt. Karyamitra Budi Sentosa Pandaan". Program Studi Teknik Industri. Institut Teknologi Nasional Malang.
- Permatasari, I, D. (2018). "Perencanaan Perawatan Mesin *Filling* Dengan Metode *Markov Chain* Untuk Meminimumkan Biaya Perawatan Di PT. Swabina Gatra". Fakultas Teknik. Program Studi Teknik Industri. Universitas Muhammadiyah Gresik.
- Dimiyati, Tjutju Tarlih Dan Ahmad Dimiyati, 2003. *Operations Research Model – Model Pengambilan Keputusan*, Sinar Baru Algosindo, Bandung.
- Hartanto, Rudi. 2014. "Perencanaan Pemeliharaan Mesin Pompa Gilingan Saus Dengan Metode *Markov Chain* Untuk Minimalisasi Biaya Pemeliharaan". Surakarta.
- Hartono, M. Dan Mas"Udin, Ilyas. 2002. "Perencanaan Perawatan Mesin Dengan Menggunakan Metode *Markov Chain* Guna Menurunkan Biaya Perawatan" Jurnal Optimum.
- Hamdy A. Taha. 2002. Riset Operasi Jilid Dua, Diterjemahkan Daniel Wijaya, Binarupa Aksara, Jakarta.