

NASKAH PUBLIKASI ILMIAH
PERENCANAAN PEMELIHARAAN MESIN POMPA GILINGAN SAUS
DENGAN METODE *MARKOV CHAIN* UNTUK MINIMASI BIAYA
PEMELIHARAAN
(Studi Kasus : PT. Lombok Gandaria, Unit *Maintenance*)



Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Diajukan Oleh:

RUDI TRI HARTANTO

D.600.090.037

JURUSAN TEKNIK INDUSTRI FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

2014

Surat Persetujuan Artikel Publikasi Ilmiah

Yang bertanda tangan dibawah ini pembimbing Skripsi/ Tugas Akhir

Nama : Hafidh Munawir, S.T, M.Eng.

NIP/NIK :

Nama : Siti Nandiroh, S.T, M.Eng.

NIP/NIK :

Telah membaca mencermati naskah publikasi ilmiah, yang merupakan ringkasan

Skripsi (Tugas Akhir) dari mahasiswa:

Nama : Rudi Tri Hartanto

NIM : D600 090 037

Program Studi : Teknik Industri

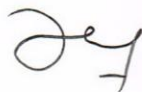
Judul Skripsi : Perencanaan Pemeliharaan Mesin Pompa Gilingan Saus Dengan Metode *Markov Chain* Untuk Minimasi Biaya Pemeliharaan (Studi Kasus PT. Lombok Gandaria, Unit *Maintenance*)

Naskah artikel tersebut, layak dan dapat di setujui untuk publikasikan

Demikian persetujuan yang dibuat, semoga dapat dipergunakan sepenuhnya.

Surakarta, 28 Februari 2014

Pembimbing I



(Hafidh Munawir, S.T, M.Eng.)

Pembimbing II



(Siti Nandiroh, S.T, M.Eng.)

**SURAT PERNYATAAN
PUBLIKASI KARYA ILMIAH**

Bismillahirrahmanirrahim

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya

Nama : Rudi Tri Hartanto

NIM : D600.090.037

Fakultas/Jurusan : Teknik / Teknik Industri

Judul : Perencanaan Pemeliharaan Mesin Pompa Gilingan Saus Dengan
Metode *Markov Chain* Untuk Minimasi Biaya Pemeliharaan (Studi
Kasus PT. Lombok Gandaria, Unit *Maintenance*)

Dengan ini menyatakan bahwa saya menyetujui untuk

1. Memberikan hak bebas royalti kepada Perpustakaan UMS atas penulisan karya ilmiah saya, demi pengembangan ilmu pengetahuan.
2. Memeberikan hak menyimpan, mengalih mediakan/mengalih formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikan, serta menampilkan dalam bentuk *softcopy* untuk kepentingan akademisi kepada Perpustakaan UMS, tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta.
3. Bersedia dan menjamin untuk menanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UMS, dari semua bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta dalam karya ilmiah ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan semoga dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 28 Februari 2014

Yang Menyatakan



Rudi Tri Hartanto

PERENCANAAN PEMELIHARAAN MESIN POMPA GILINGAN SAUS DENGAN METODE *MARKOV CHAIN* UNTUK MINIMASI BIAYA PEMELIHARAAN

(Studi Kasus : PT. Lombok Gandaria, Unit *Maintenance*)

Hafidh Munawir, Siti Nandiroh, Rudi Tri Hartanto

Jurusan Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura 57162

E-mail: Rudhy_3h@yahoo.co.id

Abstrak

PT. Lombok Gandaria merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang industri kecap dan saus. Mesin yang di gunakan pada lini produksi saus yakni mesin pompa gilingan saus yang berfungsi untuk menyalurkan bahan baku dari proses satu keproses selanjutnya. Masalah yang terjadi adanya intensitas kerusakan yang tinggi. Perawatan pencegahan menjadi pilihan utama dalam mengatasi masalah kerusakan tersebut.

Tujuan penelitian ini yaitu menentukan usulan rencana waktu pemeliharaan mesin yang baik dan tepat, mengetahui status kondisi mesin dan menentukan keputusan tindakan perawatan mesin pompa gilingan saus serta mengetahui perubahan biaya perawatan mesin pompa gilingan saus. Manfaat yang didapat dari hasil penelitian ini yaitu memberikan rekomendasi perawatan untuk meningkatkan produktivitas dan efektifitas mesin pompa gilingan saus. Metode penelitian yang digunakan yaitu wawancara, observasi, partisipasi dan studi literatur. Cara pemecahan masalahnya melalui model markov chain..

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa komponen seal pada mesin pompa gilingan saus merupakan komponen yang paling sering mengalami kerusakan karena faktor komponen aus, cairan saus panas dan beban kerja pompa. Perawatan korektif status agak berat menjadi perawatan yang baik dan tepat untuk mesin pompa gilingan saus. Perencanaan perawatan mesin pompa gilingan saus dilakukan setiap 1 bulan dengan penghematan biaya sebesar Rp. 23.897,-.

Kata Kunci: *Markov Chain, Mesin Pompa, Perawatan*

PENDAHULUAN

Latar belakang

Perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan dalam dunia industri menjadi penopang kebutuhan konsumen yang meningkat dari waktu ke waktu. Efektifitas dan produktivitas mesin – mesin sebagai poros utama produksi PT. Lombok Gandaria. PT. Lombok Gandaria merupakan perusahaan yang bergerak dalam produksi kecap dan saus. Mesin pompa gilingan saus memiliki peran untuk menyalurkan bahan baku saus ke proses berikutnya.

Proses produksi saus melalui beberapa mesin produksi. Mesin produksi tersebut diantaranya mesin mixer /pencampur, mesin gilingan dan pompa. Mesin mixer / pencampur sendiri memiliki peran mencampur bahan baku berupa ubi, bumbu saus, dan air garam menjadi satu. Mesin gilingan memiliki peran untuk membuat campuran bahan baku menjadi lebih halus. Pompa memiliki peran menyalurkan bahan baku yang halus ke dalam bak penampung ke tempat *packing* (pengemasan).

Mesin pompa di lini produksi saus yakni pompa gilingan saus, pompa filler, pompa WIP dan pompa tangki masak. Dari hasil analisa dengan diagram pareto menunjukkan pompa gilingan saus memiliki kerusakan paling sering dengan 57,6 % dan frekuensi kerusakan 19 kali pada komponen *seal bocor*. Diperlukan perawatan pencegahan dan korektif untuk mengatasi kerusakan tersebut.

Perumusan masalah

Dari latar belakang di atas dapat diambil rumusan permasalahan sebagai berikut:

1. Menentukan usulan rencana waktu perawatan mesin pompa gilingan saus
2. Melakukan tindakan perawatan sesuai kondisi mesin pompa gilingan saus dengan *markov chain* serta melakukan perhitungan untuk mengetahui perubahan biaya perawatan.

Batasan Masalah

Penelitian hanya dilakukan untuk menentukan rencana perawatan mesin pompa gilingan saus dengan prosentase kerusakan 57,6 % dan frekuensi kerusakan 19 kali pada komponen *seal*. Pembahasan didasarkan pada data *down time* kerusakan dari perusahaan periode januari – desember 2012 dan status kerusakan mesin pompa gilingan saus.

LANDASAN TEORI

Definisi Perawatan

Menurut Sofyan Assauri (1993), perawatan merupakan kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas – fasilitas produksi dan mengadakan perbaikan fasilitas produksi untuk meningkatkan kinerja mesin sesuai rencana. Peranan *department* / unit tidak hanya menjaga kondisi perusahaan dapat berjalan baik, produk dapat diproduksi dan menyalurkan produk tepat waktu ke tangan konsumen, akan tetapi menjaga kelangsungan produksi yang efisien dengan menekan / mengurangi kerusakan – kerusakan.

Tujuan perawatan

Perawatan mempunyai tujuan – tujuan utama yang dapat mendukung kelancaran suatu produksi adalah sebagai berikut:

1. Kemampuan produksi dapat memenuhi kebutuhan sesuai dengan rencana produksi.
2. Menjaga kualitas pada tingkat yang tepat untuk memenuhi apa yang dibutuhkan produk dan kegiatan produksi tidak terganggu.
3. Membantu mengurangi pemakaian dan penyimpanan di luar batas.
4. Menurunkan biaya perawatan fasilitas produksi serendah mungkin dengan melakukan kegiatan *maintenance* secara efektif dan efisien.
5. Menghindari kegiatan *maintenance* yang dapat membahayakan keselamatan pekerja.
6. Mengadakan kerjasama dengan unit – unit perusahaan dalam rangka mencapai tujuan perusahaan, yakni keuntungan (*return on investment*) dan total biaya serendah mungkin.

Bentuk - bentuk perawatan

Di dalam literatur sofyan assauri (1993) tentang bentuk – bentuk perawatan yaitu:

1. *Preventive maintenance* adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan – kerusakan yang tidak terduga dan menemukan kondisi atau keadaan yang dapat menyebabkan fasilitas produksi mengalami kerusakan pada waktu digunakan saat proses produksi.
2. *Corrective maintenance* atau *breakdown maintenance* adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan setelah terjadi kerusakan atau kelainan pada fasilitas sehingga tidak dapat berfungsi dengan baik.

Strategi perawatan

Menurut Sujadi Prawirosentono (1997), strategi perawatan sebagai berikut:

1. Strategi perawatan berencana adalah rencana perawatan pada seluruh tahap produksi dari tahap awal proses produksi sampai pada mesin membuat barang jadi.
2. Strategi perawatan pencegahan adalah kegiatan perawatan yang bersifat mencegah terjadinya gangguan pada proses produksi dengan tujuan proses produksi berjalan seoptimal mungkin. Strategi perawatan pencegahan dapat dilihat hasilnya berupa efisiensi karena terhindar dari kemacetan proses produksi akibat kerusakan salah satu mesin.
3. Strategi perawatan darurat adapun tujuan perawatan darurat adalah untuk menanggulangi keadaan darurat, misalnya ada salah satu mesin beroperasi mengalami kerusakan mendadak, hal ini harus ditangani segera dengan perbaikan.
4. Strategi perawatan peramalan.
5. Strategi pengukuran kerja para tenaga perawat mesin

Tugas perawatan

Di dalam literatur Sofyan Assauri (1993), tugas perawatan adalah:

1. Kegiatan inspeksi adalah kegiatan pengecekan atau pemeriksaan secara berkala (*routine schedule check*) bangunan dan peralatan pabrik sesuai dengan rencana serta melakukan pelaporan terhadap kerusakan dari hasil pengecekan. Tujuan inspeksi yakni mengetahui kesiapan perusahaan dalam menyediakan fasilitas produksi yang baik untuk menjamin kelancaran produksi.
2. Kegiatan teknik (*Engineering*) adalah kegiatan percobaan untuk peralatan baru, kegiatan – kegiatan pengembangan peralatan atau komponen yang perlu diganti dan melakukan penelitian terhadap

kemungkinan pengembangan. Tujuan dari kegiatan ini mengetahui kemampuan mengadakan perubahan dan perbaikan fasilitas produksi yang mengalami kerusakan.

3. Kegiatan produksi (*Production*) adalah kegiatan pemeliharaan yang sebenarnya, yaitu melakukan perbaikan terhadap mesin – mesin /peralatan produksi. Secara fisik, melakukan pekerjaan yang disarankan atau diusulkan dalam kegiatan inspeksi dan teknik (*engineering*), melakukan kegiatan service dan pelumasan. Kegiatan produksi ini dimaksudkan agar kegiatan pengolahan/pabrik dapat berjalan lancar sesuai dengan rencana.
4. Pekerjaan administrasi (*Clerical work*) adalah kegiatan yang berhubungan dengan pencatatan – pencatatan mengenai biaya yang muncul dari kegiatan pemeliharaan dan pekerjaan pemeliharaan, komponen atau spareparts yang dibutuhkan, *progress report* tentang apa yang telah dikerjakan, waktu inspeksi dan perbaikan serta lama perbaikan, komponen yang ada di bagian pemeliharaan.
5. Pemeliharaan bangunan (*House keeping*) adalah kegiatan menjaga bangunan kantor maupun pabrik, melakukan pembersihan lingkungan perusahaan dan melakukan kegiatan pemeliharaan peralatan yang tidak termasuk dalam kegiatan teknik dan produksi.

Klasifikasi Kondisi Kerusakan

Dalam penelitian Endang Puji W dan Fahma ilma (2012), klasifikasi kondisi kerusakan mesin yaitu:

1. Kondisi baik, kondisi dimana mesin dapat beroperasi sesuai dengan ketentuan – ketentuan. Kondisi ini disebut dengan status 0.
2. Kondisi kerusakan ringan, kondisi dimana mesin dapat beroperasi dengan baik, tetapi terkadang terjadi kerusakan kecil. Kondisi ini disebut dengan status 1.
3. Kondisi kerusakan sedang, kondisi dimana mesin dapat beroperasi tetapi keadaannya mengkhawatirkan. Kondisi ini disebut dengan status 2.
4. Kondisi kerusakan agak berat, kondisi dimana mesin dapat beroperasi tetapi terkadang mengalami kemacetan dan perlu perbaikan. Kondisi ini disebut dengan status 3.
5. Kondisi kerusakan berat, kondisi dimana mesin tidak dapat beroperasi sehingga proses produksi terhenti. Kondisi ini disebut dengan status 4.

Pengertian Markov Chain

Menurut (Pangestu Subagyo, Asri Marwan, Handoko Hani T., 2000) rantai markov (*markov chains*) 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 dalam variabel – variabel dinamis atas dasar perubahan – perubahan variabel – variabel dinamis tersebut di masa lalu. Perencanaan pemeliharaan mesin menggunakan *markov chain* memiliki keuntungan dan kelebihan yakni perhitungan sederhana dan praktis karena diformulasikan dalam bentuk matriks probabilitas – probabilitas transisional, dimana *state* sekarang bebas (*independent*) dengan *state* yang lalu. Jadi proses sekarang tidak tergantung lama proses yang terjadi di masa lalu, tetapi perhitungan berdasar *state* sekarang.

Proses *markov chain* dalam penelitian ini meliputi:

1. Penentuan transisi status mesin
2. Perhitungan probabilitas transisi awal
3. Perhitungan probabilitas transisi n – langkah
4. Perubahan status mesin
5. Penentuan probabilitas transisi kerusakan mesin
6. Penentuan kebijakan perawatan perusahaan
7. Penentuan kebijakan perawatan usulan

Kegunaan probabilitas dan keputusan *Markov* dalam operasi suatu item akan mengalami beberapa kemungkinan transisi status berubah dari satu status ke status yang lain. Dikatakan bahwa dalam selang waktu yang pendek terdapat lima kemungkinan status, maka untuk mengubah kondisi status yang dialami dilakukan beberapa tindakan sesuai kondisi status.

Kebijakan pemeliharaan mesin

Kebijakan pemeliharaan mesin didasarkan pada usulan pemeliharaan yang didapatkan dari perubahan pada matriks awal sesuai dengan tindakan yang dilakukan. Suatu item berada pada status kerusakan ringan dan kerusakan sedang, maka item tersebut tidak akan mengalami transisi status ke status baik. Dengan kata lain, item akan berada pada status kerusakan ringan dan kerusakan sedang akan beralih status ke kerusakan berat. Item berada dalam status kerusakan berat dengan kata lain memburuk, maka akan tetap memburuk sampai selang waktu pemeriksaan dan perbaikan selanjutnya (Endang Puji W dan Fahma ilma, 2012).

Penelitian sebelumnya

Penelitian M. Hartono dan Ilyas Mas'udin (2002) bertujuan untuk penghematan biaya pada mesin *Bucket Elevator*, mesin *Vibrating Screen*, mesin Pengantongan, mesin *Bag. Closing Conveyor* dan mesin Sewing serta perencanaan usulan perawatan. Wahyu Eni dan Henry Susiawan (2000) menggunakan metode markov chain untuk menentukan tindakan perawatan mesin *Root Washer* dan penghematan biaya perawatan mesin tersebut. Endang pudji W dan Fahma Ilma (2012) menggunakan metode *markov chain* untuk menentukan perhitungan perawatan mesin dan penghematan biaya perawatan mesin.

METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian ini obyek yang menjadi penelitian yakni PT. Lombok Gandaria, Jl. Solo – Karanganyar km 7, Jaten, Karanganyar. Penelitian difokuskan pada departemen produksi pada bagian mesin pompa gilingan saus. Informasi mengenai kerusakan didapat dari kepala *maintenance*, kepala bengkel *maintenance* dan para montir *maintenance* PT. Lombok Gandaria.

Data yang dikumpulkan

1. Data kerusakan mesin gilingan saus pada periode januari – desember 2012 yang tercatat dalam buku laporan kerusakan perusahaan.
2. Data jenis dan jumlah mesin, transisi status mesin, waktu pemeliharaan, biaya pemeliharaan mesin pompa gilingan saus.

Pengolahan data

1. Mengidentifikasi kerusakan dari *down time* periode januari – desember 2012, dengan analisa diagram pareto.
2. Menghitung perubahan status mesin gilingan saus didasarkan *down time* kerusakan dari perusahaan.
3. Menentukan matrik probabilitas transisi kerusakan mesin pompa gilingan saus.
4. Menyusun tindakan perawatan (kebijakan) berdasarkan status mesin pompa gilingan saus.

Tabel 1 Tindakan perawatan

Policy	Kebijakan	d _(0P)	d _(1P)	d _(2P)	d _(3P)	d _(4P)
P0	Perawatan korektif pada status 3	1	1	1	2	2
P1	Perawatan korektif status 4 dan perawatan pencegahan pada status 3	1	1	2	2	3
P2	Perawatan pencegahan pada status 3	1	2	2	2	3
P3	Perawatan pencegahan pada status 1	1	2	3	3	3
P4	Perawatan korektif pada status 3 dan 4	1	2	3	3	3

Keterangan dari tabel adalah

Kebijakan : berisi tentang tindakan perawatan yang dilakukan

P0, P1, P2, P3, P4

d (0P), d (1P) d (2P), d (3P), d (4P) : berisi tentang keputusan terhadap status mesin

5. Menyusun tindakan perawatan (kebijakan) usulan berdasarkan tindakan perawatan perusahaan

Tabel 2 Tindakan perawatan usulan

Policy	Kebijakan	d _(0P)	d _(1P)	d _(2P)	d _(3P)	d _(4P)
P0	Perawatan korektif pada status 3	1	1	1	3	3
P1	Perawatan korektif pada status 4 dan perawatan pencegahan pada status 3	1	1	2	3	3
P2	Perawatan pencegahan pada status 3	1	2	2	2	3
P3	Perawatan pencegahan pada status 1	1	2	2	3	3

P4	Perawatan korektif pada status 3 dan 4	1	2	3	3	3
P5	Perawatan pencegahan pada status 2	1	2	2	3	3

Keterangan dari tabel adalah

Kebijakan : berisi tentang tindakan perawatan yang dilakukan

P0, P1, P2, P3, P4 : berisi tentang status kondisi mesin

d (0P), d (1P) d (2P), d (3P), d (4P) : berisi tentang keputusan terhadap status mesin

- Menghitung biaya perawatan meliputi biaya *down time*, biaya perawatan pencegahan, biaya kerusakan dan biaya rata – rata ekspektasi.
- Menghitung biaya perawatan korektif dan pencegahan perusahaan dan usulan

Hasil pengolahan data

Data yang diambil dalam penelitian ini merupakan data perawatan korektif pompa gilingan saus periode januari – desember 2012.. Setelah dilakukan analisa dengan diagram pareto, pompa gilingan saus menunjukkan kerusakan paling dominan pada komponen *seal* bocor. Berikut data kerusakan pompa gilingan saus:

Tabel 3 data kerusakan pompa gilingan saus

No.	Kerusakan	Frekuensi(Kali)	% Kerusakan	% Kumulatif
1.	<i>Seal</i> bocor	19	57.6	57.6
2.	Kipas macet	6	18.2	75.8
3.	Arus lemah	3	9.1	84.8
4.	<i>Bearing</i> rusak	1	3.0	87.9
5.	Dinamo terbakar	1	3.0	90.9
6.	Kipas lepas	1	3.0	93.9
7.	<i>Pulley</i> koclak	1	3.0	97.0
8.	Other	1	3.0	100.0

Dari tabel 3 di atas dapat di lihat bahwa kerusakan dominan pompa gilingan saus pada komponen *seal* bocor dengan frekuensi kerusakan 19 kali dan prosentase kerusakan 57,6 %.

Perubahan status mesin pompa gilingan saus

Perubahan status mesin adalah status dari jenis kerusakan mesin pada kondisi sebelumnya (baik, rusak ringan, rusak sedang, rusak agak berat dan rusak berat) perubahan status mesin ini ditentukan dari tabel data *down time* dan kondisi mesin bulan Januari – Desember 2012. Berikut perubahan status mesin pompa gilingan saus:

Tabel 4 Perubahan status mesin baik

X t(n-1)	X t(n)	$\sum (x_t)_i$
0	0	0,288888889
0	1	0
0	2	0,033333333
0	3	0,001234568
0	4	0,001234568
	$\sum x_i$	0,324691358

Pada tabel 4 di atas menunjukkan hasil perhitungan probabilitas perubahan kondisi mesin pompa gilingan saus dari status baik – baik, status baik – rusak ringan, status baik – rusak ringan – rusak sedang, status baik – rusak ringan – rusak sedang – rusak agak berat, status baik – rusak ringan – rusak sedang – rusak agak berat – rusak berat.

Tabel 5 Perubahan status mesin rusak sedang

X t(n-1)	X t(n)	$\sum (x_t)_i$
1	0	0
1	1	0,222222222
1	2	0,05
1	3	0,001388889
1	4	0,001388889

	$\sum x_i$	0,598302469
--	------------	-------------

Pada tabel 5 di atas menunjukkan hasil perhitungan probabilitas perubahan kondisi status mesin pompa gilingan saus dari status rusak ringan – baik, status rusak ringan – baik – rusak ringan, status rusak ringan – baik – rusak ringan – rusak sedang, status rusak ringan – baik – rusak ringan – rusak sedang – rusak agak berat, status rusak ringan – baik – rusak ringan – rusak sedang – rusak agak berat – rusak berat.

Tabel 6 Perubahan status mesin rusak sedang

X t(n-1)	X t(n)	$\sum (x_t)_i$
2	0	0
2	1	0
2	2	0,2
2	3	0
2	4	0
	$\sum x_i$	0,2

Pada tabel 6 di atas menunjukkan hasil perhitungan probabilitas perubahan kondisi status mesin pompa gilingan saus dari rusak sedang – baik, rusak sedang – baik – rusak ringan, rusak sedang – baik – rusak ringan – rusak sedang, rusak sedang – baik – rusak ringan – rusak sedang – rusak agak berat, rusak sedang – baik – rusak ringan – rusak sedang – rusak agak berat – rusak berat.

Tabel 7 Perubahan status mesin rusak agak berat

X t(n-1)	X t(n)	$\sum (x_t)_i$
3	0	0,4
3	1	0
3	2	0
3	3	0
3	4	0
	$\sum x_i$	0,4

Pada tabel 7 di atas menunjukkan hasil perhitungan probabilitas perubahan kondisi status mesin pompa gilingan saus dari rusak agak berat – baik, rusak agak berat – baik – rusak ringan, rusak agak berat – baik – rusak ringan – rusak sedang, rusak agak berat – baik – rusak ringan – rusak sedang – rusak agak berat, rusak ringan – rusak sedang, rusak agak berat – baik – rusak ringan – rusak sedang – rusak agak berat – rusak berat.

Tabel 8 Perubahan status mesin rusak berat

X t(n-1)	X t(n)	$\sum (x_t)_i$
4	0	0,4
4	1	0
4	2	0
4	3	0
4	4	0
	$\sum x_i$	0,4

Pada tabel 8 di atas menunjukkan hasil perhitungan probabilitas perubahan kondisi status mesin pompa gilingan saus dari rusak berat – baik, rusak berat – baik – rusak ringan, rusak berat – baik – rusak ringan – rusak sedang, rusak berat – baik – rusak ringan – rusak sedang – rusak agak berat, rusak berat – baik – rusak ringan – rusak sedang – rusak agak berat – rusak berat.

Matrik probabilitas transisi kerusakan mesin pompa gilingan saus

Tabel 9 Matrik probabilitas transisi

	P0	P1	P2	P3	P4
P0	0,889734	0	0,102662	0,003802	0,003802

P1	0	0,371421	0,08357	0,002321	0,002321
P2	0	0	1	0	0
P3	1	0	0	0	0
P4	0,872375	0	0,12601	0	0,001616

Matrik probabilitas transisi di atas digunakan untuk menghitung biaya perawatan korektif dan pencegahan oleh perusahaan. Dimana, biaya yang muncul akan dijadikan acuan untuk menentukan usulan perawatan mesin pompa gilingan saus.

Tindakan perawatan (kebijakan) berdasarkan status mesin pompa gilingan saus
Perencanaan perawatan perusahaan

Tabel 10 Perencanaan perawatan perusahaan

Policy	Kebijakan	d _(0P)	d _(1P)	d _(2P)	d _(3P)	d _(4P)
P0	Perawatan korektif pada status 3	1	1	1	2	2
P1	Perawatan korektif status 4 dan perawatan pencegahan pada status 3	1	1	2	2	3
P2	Perawatan pencegahan pada status 3	1	2	2	2	3
P3	Perawatan pencegahan pada status 1	1	2	3	3	3
P4	Perawatan korektif pada status 3 dan 4	1	2	3	3	3

Tabel 10 di atas menunjukkan kebijakan perencanaan perawatan mesin pompa gilingan saus oleh perusahaan.
Perencanaan perawatan usulan

Tabel 11 Perencanaan perawatan usulan

Policy	Kebijakan	d _(0P)	d _(1P)	d _(2P)	d _(3P)	d _(4P)
P0	Perawatan korektif pada status 3	1	1	1	3	3
P1	Perawatan korektif pada status 4 dan perawatan pencegahan pada status 3	1	1	2	3	3
P2	Perawatan pencegahan pada status 3	1	2	2	2	3
P3	Perawatan pencegahan pada status 1	1	2	2	3	3
P4	Perawatan korektif pada status 3 dan 4	1	2	3	3	3
P5	Perawatan pencegahan pada status 2	1	2	2	3	3

Tabel 11 di atas menunjukkan kebijakan perencanaan perawatan usulan mesin pompa gilingan saus oleh peneliti.

Menghitung biaya *down time*, biaya perawatan pencegahan, biaya kerusakan dan biaya rata – rata ekspektasi.
Biaya *down time*

Rata – rata *down time* (Rd) = $\frac{\text{Total down time}}{n}$

$Rd = \frac{30.58}{12} = 2.55$ jam, kemudian biaya *down time* dihitung sebagai berikut:

Bd = rata – rata *down time* x biaya operator per jam

Bd selama 1 bulan = 2.55 x Rp. 5632,-
= Rp. 14.362,-

Biaya *down time* mesin pompa gilingan saus setiap bulan sebesar Rp. 14.362,-

Biaya perawatan pencegahan

Tabel 12 Waktu perawatan mesin pompa gilingan saus

Item	Periode	Keterangan
Perawatan	1 Bulan	2 jam
	1 Tahun	2 jam x 12 = 24 jam
Perbaikan	6 bulan	2 jam x 6 = 12 jam

Tabel 11 di atas menunjukkan waktu perawatan mesin pompa gilingan saus digunakan untuk menghitung biaya perawatan pencegahan. Waktu perawatan mesin di atas adalah hasil observasi ke perusahaan.

Tabel 13 Biaya *preventif* tahun 2013

Januari	Rp. 1.460.700,-
Februari	Rp. 3.041.000,-
Maret	Rp. 2.067.270,-
April	Rp. 1.947.647,-
Mei	Rp. 1.063.350,-
Juni	Rp. 2.001.594,-
Total	Rp. 11.581.561,-
Rata2 per Bulan	Rp.1.930.260,-

Tabel 12 di atas menunjukkan biaya rata – rata perawatan pencegahan mesin pompa gilingan saus setiap bulan sebesar Rp. 1.930.260,-. Biaya *preventif* di atas adalah hasil observasi ke perusahaan.

Biaya perawatan pencegahan (C1i) = 2 x Rp. 1.930.260,- = Rp. 3.860.520,-

Biaya kerusakan

Biaya kerusakan (C2i) = waktu perawatan pencegahan per bulan x biaya *down time*

Biaya kerusakan (C2i) = 2 x Rp. 14.362,- = Rp. 28.724,-

Biaya rata – rata ekspektasi

Biaya rata – rata Ekspektasi (B_E) = Biaya perawatan (C1i) + Biaya kerusakan (C2i)

B_E metode perusahaan = Rp. 3.860.520,- + Rp. 28.724,- = Rp. 3.889.244,-

Biaya ekspektasi rata – rata perusahaan perawatan pompa gilingan saus sebesar Rp. 3.889.244,-

Biaya rata – rata Ekspektasi (B_E) = $\sum^M \pi_j C_j$

B_{E markov chain} = $\pi_1(B_E) + \pi_2(B_E) + \pi_3(B_E) + \pi_4(B_E)$

= ((0.323 x Rp. 3.889.244,-) + (0.273 x Rp. 3.889.244,-) + (0.2 x Rp. 3.889.244,-) + (0.4 x Rp. 3.889.244,-))

B_{E markov chain} = Rp. 4.655.690,-

Biaya ekspektasi rata – rata usulan perawatan pompa gilingan saus sebesar Rp. 4.655.690,-

Tabel 14 Selisih Biaya Rata – Rata Ekspektasi

Biaya Rata – Rata Ekspektasi Perusahaan (Tc 2) (Rupiah)	Biaya Rata – Rata Ekspektasi Markov Chain (Tc 1) (Rupiah)	Selisih Biaya Rata – Rata Ekspektasi (Rupiah)

Rp. 3.889.244,-	Rp. 4.655.690,-	Rp. 766.645,-
-----------------	-----------------	---------------

Tabel 14 diatas menunjukkan bahwa terdapat selisih biaya rata – rata ekspektasi sebesar Rp. 766.645,-. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi perubahan biaya dengan perhitungan menggunakan metode *markov chain*.

Menghitung biaya perawatan korektif dan pencegahan perusahaan dan usulan
Biaya perawatan korektif dan pencegahan perusahaan

Tabel 15 Biaya pada tiap keputusan

Keputusan	Tindakan	Status	Biaya
1	Tidak ada tindakan	0,1,2,3	0
2	Perawatan pencegahan	1,2,3	Rp. 3.860.520,-
3	Perawatan korektif	2,3,4	Rp. 344.688,-

Tabel 15 di atas menunjukkan biaya yang muncul pada setiap keputusan perawatan mesin pompa gilingan saus.

Berikut perhitungan perencanaan perawatan korektif dan pencegahan perusahaan:

1. P_0 (Perawatan korektif pada status 3)
 $P_0 = 0,103 \times \text{Rp. } 344.688,- = \text{Rp. } 35.386,-$
2. P_1 (Perawatan korektif status 4 dan perawatan pencegahan pada status 3)
 $P_1 = (0,002 \times \text{Rp. } 344.688,-) + (0,084 \times \text{Rp. } 3.860.520,-) = \text{Rp. } 323.423,-$
3. P_2 (Perawatan pencegahan pada status 3)
 $P_2 = (1 \times \text{Rp. } 3.860.520,-) = \text{Rp. } 3.860.520,-$
4. P_3 (Perawatan pencegahan pada status 1)
 $P_3 = (0,872 \times \text{Rp. } 3.860.520,-) = \text{Rp. } 3.367.820,-$

Biaya perawatan korektif dan pencegahan usulan

Berikut perhitungan perencanaan perawatan korektif dan pencegahan usulan:

1. P_0 (Perawatan korektif pada status 3)
 $P_0 = (0,033 \times \text{Rp. } 344.688,-) = \text{Rp. } 11.490,-$
2. P_1 (Perawatan korektif pada status 4 dan perawatan pencegahan pada status 3)
 $P_1 = (0,05 \times \text{Rp. } 344.688,-) + (0,0013 \times \text{Rp. } 3.860.520,-) = \text{Rp. } 193.505,-$
3. P_2 (Perawatan pencegahan pada status 3)
 $P_2 = (0,2 \times \text{Rp. } 3.860.520,-) = \text{Rp. } 772.104,-$
4. P_3 (Perawatan pencegahan pada status 1)
 $P_3 = (0,4 \times \text{Rp. } 3.860.520,-) = \text{Rp. } 1.544.208,-$

Tabel 16 Selisih Biaya korektif dan pencegahan/bln

Kebijakan	Biaya perawatan korektif dan pencegahan perusahaan/bln	Biaya perawatan korektif dan pencegahan usulan/bln	Selisih Biaya korektif dan pencegahan/bln
P0	Rp. 35.386,-	Rp. 11.490,-	Rp. 23.897,-
P1	Rp 323.423,-	Rp. 193.505,-	Rp. 129.918,-
P2	Rp. 3.860.520,-	Rp. 772.104,-	Rp. 3.088.416,-
P3	Rp. 3.367.820,-	Rp. 1.544.208,-	Rp. 1.823.612,-

Tabel 16 di atas menunjukkan bahwa biaya perawatan korektif dan pencegahan perusahaan dengan usulan terdapat selisih biaya. Perawatan korektif dan pencegahan usulan dipilih untuk perawatan mesin pompa gilingan saus.

KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang dijelaskan pada bab sebelumnya, maka dapat diambil beberapa kesimpulan dari penelitian ini diantaranya sebagai berikut:

1. Dari hasil observasi dan perhitungan, waktu pemeliharaan mesin pompa gilingan saus yang tepat dan baik dilakukan perawatan setiap 1 bulan. Hal ini didasarkan pada kondisi mesin pompa gilingan saus yang beroperasi setiap hari kerja dan berhenti saat libur kerja.

2. Perawatan mesin untuk pompa gilingan saus adalah perawatan korektif pada status agak berat, perubahan biaya perawatan usulan yang terjadi mesin pompa gilingan saus adalah Rp. 11.490,-, sehingga dihasilkan penghematan sebesar Rp. 23.897,-

SARAN

Dari hasil analisis penelitian yang telah dilakukan maka penulis akan menyampaikan saran – saran sebagai berikut:

1. Operator hendaknya melakukan *set-up* mesin, *setting* mesin dan pengoperasian mesin yang benar.
2. Perawatan pencegahan dilakukan lebih sering untuk identifikasi dini kerusakan pompa gilingan saus.
3. Perawatan pompa gilingan saus sebaiknya menggunakan hasil perencanaan peneliti.
4. Perusahaan sebaiknya memiliki pompa cadangan untuk mengantisipasi kerusakan mendadak.
5. Waktu antar kerusakan dapat menjadi solusi untuk perencanaan pompa gilingan saus kedepannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Assauri, Sofyan, 1993, *Manajemen Produksi dan Operasi Edisi Ketiga*, Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, Jakarta.
- Eni, Wahyu. Susiawan, Henry. *Perencanaan Perawatan Mesin Untuk Menurunkan Biaya Perawatan Dengan Menggunakan Metode Markov Chain*. 2000, Hal 174 – 182. Jurnal Optimum Vol. 1 No.2, Malang.
- Handoko, Hani, T., 1999, *Dasar – dasar Manajemen Produksi dan Operasi Edisi I*, Penerbit BPFE, Yogyakarta.
- Hartono, M., Mas'udin, Ilyas. *Perencanaan Perawatan Mesin Dengan Metode Markov Chain Guna Menurunkan Biaya Perawatan*, 2002, Hal 173 – 184. Jurnal Optimum Vol.3 No.2, Malang.
- Pudji, W., Endang, Ilma Fahma, *Perencanaan pemeliharaan Mesin Dengan Menggunakan Metode Markov Chain Untuk Mengurangi Biaya Pemeliharaan di PT. Phillips Indonesia*, 2008, hal 45 – 54, Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains dan Teknologi (SNAST) Periode III, Yogyakarta.
- Reksohadiprojo, S., 1995, *Manajemen Produksi dan Operasi Edisi I*, Penerbit BPFE, Yogyakarta