**PROPOSAL SKRIPSI**

**PERENCANAAN PERAWATAN MESINDENGAN *METODE MARKOV CHAIN* UNTUK MEMINIMUMKAN BIAYA**

**(Studi Kasus Pada PT. Mekabox International)**

****

**Disusun Oleh** :

**DEDY NANDA NOVARIAWAN**

**161020700074**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SIDOARJO**

**2022**

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**PERENCANAAN PERAWATAN MESINDENGAN *METODE MARKOV CHAIN* UNTUK MEMINIMUMKAN BIAYA**

**(Studi Kasus Pada PT. Mekabox International)**

Penelitian Untuk S-1

Program Studi Teknik Industri

Diajukan Oleh

**DEDY NANDA NOVARIAWAN**

**NIM : 161020700074**

Telah Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing

**Atikha Sidhi Cahyana, ST., MT**

**NIK : 201179**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SIDOARJO**

**2022**

**LEMBAR PERNYATAAN**

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dedy Nanda Novariawan

NIM : 161020700074

Judul : Perencanaan Perawatan MesinDengan Metode *Markov Chain* untuk Meminimumkan Biaya.

(Studi kasus pada PT. Mekabox International)

**** Menyatakan bahwa tugas akhir saya yang berjudul“Perencanaan Perawatan MesinDengan Metode *Markov Chain* untuk Meminimumkan Biaya pada (Studi kasus pada PT. Mega Box International)” ini adalah bukan tugas akhir atau karya ilmiah orang lain, baik sebagian maupun keseluruhan, kecuali dalam bentuk kutipan yang telah disebutkan sumbernya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan apabila pernyataan ini tidak benar, saya bersedia mendapatkan sanksi sebagaimana mestinya.

Mengetahui, Sidoarjo, 17 Februari 2022

Dosen Pembimbing Yang Menyatakan

**Atikha Sidhi Cahyana, ST., MT Dedy Nanda Novariawan**

**NIK : 201179** **NIM : 161020700074**

**PERENCANAAN PERAWATAN MESINDENGAN *METODE MARKOV CHAIN* UNTUK MEMINIMUMKAN BIAYA**

**(Studi Kasus Pada PT. Mekabox International)**

****Nama Mahasiswa : Dedy Nanda Novariawan

NIM : 161020700074

Dosen Pembimbing : Atikha Sidhi Cahyana, ST.,MT

**ABSTRAK**

Dalam suatu perusahaan seringkali dijumpai, masalah pemeliharaan mesin atau *maintenance* kurang mendapat perhatian khusus sehingga pemeliharaan mesin tidak teratur. kegiatan pemeliharaan mesin dilakukan setelah kondisi mesin mengalami kerusakan dan tidak dapat dioperasikan lagi. Di dalam manajemen perawatan, rantai *markov* dapat digunakan untuk menganalisa kemungkinan transisi status mesin dari kondisi baik, rusak ringan, rusak sedang, sampai dengan rusak berat. Dari analisa tersebut nantinya dapat diambil kebijaksanaan sebagai tindakan preventif untuk menghindari kerusakan mesin yang mengganggu kegiatan produksi dan juga akan menghabiskan banyak biaya perbaikan mesin.

PT. Mekabox Internasionalsebagai salah satu yang mengutamakan kepuasan *customer*, masih kurang memperhatikan akan pentingnya pemeliharaan dari mesin produksinya. Dan apabila terjadi kerusakan, PT. Mekabox Internasional harus menghentikan proses produksi untuk sementara waktu dan kemudian melakukan perbaikan mesin yang rusak tersebut terlebih dahulu. Dengan adanya masalah tersebut di atas, maka akan dilakukan perencanaan pemeliharaan mesin produksi menggunakan metode *Markov Chain* dengan harapan dapat meminimumkan biaya perawatan. Dengan mengadakan kegiatan pemeliharaan mesin produksi secara teratur yang meliputi kegiatan pengontrolan, perbaikan dan penggantian suku cadang, kelancaran produksi akan terjamin.

Dari hasil penelitian diperoleh penghematan tiap mesin yang didapatkan oleh perusahaan adalah Mesin Potong diperoleh penghematan sebesar Rp 6.190.037,- atau 55% dari biaya pemeliharaan perusahaan. Untuk Mesin Tekuk diperoleh penghematan sebesar Rp. 2.447.442,- atau 36% dari biaya pemeliharaan perusahaan. Sedangkan Mesin Plong diperoleh penghematan sebesar Rp 2.782.404,- atau 29.5% dari biaya pemeliharaan perusahaan.

Kata kunci : *Markov Chain, perawatan mesin, biaya perawatan.*

**PERENCANAAN PERAWATAN MESINDENGAN *METODE MARKOV CHAIN* UNTUK MEMINIMUMKAN BIAYA**

**( Studi Kasus Pada PT. Mekabox International)**

Name : Dedy Nanda Novariawan

NIM : 161020700074

Advisor : Atikha Sidhi Cahyana, ST.,MT

**ABSTRACT**

In a company is often encountered, machine maintenance or maintenance issues received less attention, the maintenance of the machine not regularly maintenance activities performed after the machines was damaged and the condition of the machine can not be operated anymore. In the management of maintenance, markov chain can be used to analyze the possibility of transition status of the machine good condition, minor damage, moderate damage, to damage. From the analysis of the policy will be taken as a preventative measure to avoid engine damage that disrupt production activities and also be costly engine repairs.

*PT. Mekabox Internasional* as one that prioritizes customer satisfaction, still less attention to the importance of the maintenance of production machinery. And if there is damage, *PT. Mekabox Internasional* had to stop production for a while and then do a repair damaged mesinyang first. With the problems mentioned above, there will be a production machine maintenance planning using Markov Chain methods in the hope of minimizing the cost of care. By conducting a production machine maintenance activities on a regular basis which includes control, repair and replacement of parts, smooth production is ensured.

From the results obtained by the savings generated by the company's machines are Machine Cut obtained savings of Rp 6,190,037, - or 55% of the maintenance costs of the company. For Bending Machines obtained savings of Rp. 2,447,442, - or 36% of the maintenance costs of the company. While the machine Plong obtained savings of Rp 2,782,404, - or 29.5% of the company's maintenance costs.  
  
Keywords: Markov Chain, machines maintenance, the cost of mainteanace

**KATA PENGANTAR**

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat, taufik dan hidayahnya sehingga penyusun dapat menyelesaikan proposal tugas akhir ini dengan judul Perencanaan Perawatan MesinDengan Metode *Markov Chain* untuk Meminimumkan Biaya pada (Studi kasus pada PT. Mega Box International)” dengan baik. Proposal tugas akhir ini merupakan salah satu syarat dalam menempuh ujian untuk menyelesaikan jenjang studi Strata (S-1) program studi Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. ****

Penyusun menyadari bahwa proposal tugas akhir ini tidak dapat terselesaikan tanpa adanya dukungan, bantuan, bimbingan dan doa selama penyusunan laporan ini. Pada kesempatan ini tidak lupa penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Hindarto, S.Kom.,MT. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

2. Tedjo Sukmono, ST,. MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

3. Atikha Sidhi Cahyana, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing dan Ribangun Bamban Jakaria, ST., selaku Dosen Wali Universitas Muhammadiyah Sidoarjo yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi dengan penuh keikhlasan dan kesabaran selama proses penyusun proposal tugas akhir ini.

4. Dosen Penguji Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

5. Dan semua pihak yang telah membantu, mendukung, dan bekerjasama dalam penyelesaian proposal tugas akhir ini.

**** Semoga proposal tugas akhir ini dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan bagi perusahaan. Penyusun menyadari bahwa proposal tugas akhir ini masih belum mencapai kata sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan dan semoga proposal tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak.

Sidoarjo, 17 februari 2022

****

Penyusun

**DAFTAR ISI **

LEMBAR PERSETUJUAN i

SURAT PERNYATAAN ii

ABSTRAK iii

ABSTRACT iv

KATA PENGANTAR v

DAFTAR ISI vii

DAFTAR TABEL viii

DAFTAR GAMBAR ix

DAFTAR RUMUS x

BAB 1 PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 3

1.3 Tujuan Penelitian 3

1.4 Manfaat Penelitian 3

1.5 Sistematika Penulisan 4

BAB 2 KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI 6

2.1 Produk Cetakan Kue 6

2.2 Kualitas Produk 7

2.3 Proses Perancangan dan Desain Produk 8

2.3.1 Proses Perancangan 8

2.3.2 Desain Produk 11

2.4 Metode FMEA 12

2.4.1 FMEA 12

2.4.2 *Secerity* 13

2.4.3 *Occurrence* 13

2.4.4 *Detection* 14

2.4.5 RPN 14

2.5 Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM) 15

2.6 Penelitian Terdahulu 17

BAB 3 METODE PENELITIAN 20

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian 20

3.2 Pengambilan Data 20

3.3 Kerangak Penelitian 22

3.4 Jadwal Penelitian 24

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

**DAFTAR TABEL**

BAB 1 PENDAHULUAN

BAB 2 KAJIAN PUSTAKAN DAN DASAR TEORI

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu 17

BAB 3 METODE PENELITIAN

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian 24

**DAFTAR GAMBAR**

BAB 1 PENDAHULUAN

BAB 2 KAJIAN PUSTAKAN DAN DASAR TEORI

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 *Flowchart* Proses Penelitian 23

****

**BAB 1**

**PENDAHULUAN**

* 1. **Latar Belakang**

Dalam suatu perusahaan seringkali kita jumpai, masalah pemeliharaan mesin atau maintenance kurang mendapat perhatian khusus sehingga pemeliharaan mesin tidak teratur. Biasanya kegiatan pemeliharaan mesin dilakukan setelah kondisi mesin mengalami kerusakan dan tidak dapat dioperasikan lagi. Jika hal tersebut terus terjadi maka akan sangat merugikan perusahaan karena menimbulkan biaya – biaya yang cukup besar seperti biaya down time serta biaya perbaikan.

Di dalam manajemen perawatan, rantai markov dapat digunakan untuk menganalisa kemungkinan transisi status mesin dari kondisi baik, rusak ringan, rusak sedang, sampai dengan rusak berat. Dari analisa tersebut nantinya dapat diambil kebijaksanaan sebagai tindakan preventif untuk menghindari kerusakan mesin yang mengganggu kegiatan produksi dan juga akan menghabiskan banyak biaya perbaikan mesin

Selama ini PT. Mekabox Internasional sebagai salah satu produsen panel listrik yang mengutamakan kepuasan customer, masih kurang memperhatikan akan pentingnya pemeliharaan dari mesin produksinya. Dan apabila terjadi kerusakan, PT. Mekabox Internasional harus menghentikan proses produksi untuk sementara waktu dan kemudian melakukan perbaikan mesinyang rusak tersebut terlebih dahulu. Tentu saja, hal ini sangat merugikan, karena mesin – mesin tersebut digunakan ssebagai alat utama proses produksi tetapi tidak ditunjang dengan sistem pemeliharaan yang lebih sistematis dan teratur.

Mesin- mesin yang digunakan pada PT. Mekabox Internasional rata-rata berumur 2 - 4 tahun dengan spesifikasi masing – masing sesuai dengan fungsi mesin itu sendiri. Diantara mesin – mesin produksi PT. Mekabox Internasional yang seringkali mengalami kerusakan antara lain: mesin tekuk, mesin potong, dan mesin plong. Mesin – mesin tersebut baru akan dirawat setelah terjadinya kerusakan. Akibatnya, menimbulkan biaya *down time* yang cukup *significant* karena kurang adanya perencanaan peralatan secara sistematis yang dilakukan.

Jika terjadi kerusakan pada salah satu mesin maka akan menganggu proses produksi dan akan menimbulkan kerugian tersendiri karena tidak tercapainya jumlah produksi yang optimum. Dan yang tidak kalah penting membuat kepercayaan pelanggan akan berkurang.

Dengan adanya masalah tersebut di atas, maka akan dilakukan perencanaan pemeliharaan mesin produksimenggunakan metode *Markov Chain* dengan harapan dapat meminimumkan biaya perawatan. Dengan mengadakan kegiatan pemeliharaan mesin produksisecara teratur yang meliputi kegiatan pengontrolan, perbaikan dan penggantian suku cadang, kelancaran produksi akan terjamin.

**1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, maka persoalan yang akan dibahas adalah :

“Bagaimana merencanakan perawatan mesin sehingga bisa meminimumkan biaya perawatan di PT. Mekabox International ?”

**1.3 Batasan Masalah**

Dalam melaksanakan penelitian terhadap mesin-mesin PT. Mekabox Internasional dengan menggunakan metode *Markov Chain*  ini, ada beberapa batasan yang dibuat. Pembatasan ini dimaksudkan agar ruang lingkup pembahasan tidak terlalu luas. Adapun batasan masalahnya adalah sebagai berikut :

1. Pembahasan hanya dilakukan pada perawatan mesin-mesin bagian produksi meliputi mesin tekuk, mesin potong, dan mesin plong.
2. Perhitungan biaya hanya didasarkan pada biaya pemeliharaan yang terjadi pada saat dilakukan pemeliharaan corective dan preventif.
3. Metode yang digunakan adalah *Markov Chain*.
4. Pengambilan data dalam periode satu tahun mulai dari November 2019 sampai dengan Junir 2020.

**1.4 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalahnya maka tujuan penelitian ini adalah untuk memberikan jawaban atas permasalahan yang muncul dan ada diperusahaan.

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah :

1. Menentukan perencanaan perawatan mesin secara teratur.
2. Menentukan biaya perawatan yang minimum.

**1.5 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

* 1. Bagi Peneliti

Peneliti mendapatkan pengalaman yang berharga melalui keterlibatannya secara langsung pada dunia kerja serta mengaplikasikan ilmu pengetahuan yang diperoleh tentang metode *Markov Chain* dalam menganalisa biaya pemeliharaan mesin.

* 1. Bagi Perusahaan

Pencapaian efektivitas kerja mesin yang lebih baik sehingga produksi terus berjalan serta pencapaian tingkat biaya pemeliharaan mesin yang lebih rendah dari sebelumnya.

* 1. Bagi universitas

Menambah kepustakaan universitas yang sudah ada, khususnya di bidang teknologi industry mengenai pemeliharaan mesin produksi yang tepat agar dapat menjamin kelancaran proses produksi.

**1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan yang digunakan untuk penyusunan skripsi ini yaitu:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang permasalahan yaitu kondisi yan menyebabkan penelitian dilakukan, pokok permasalahan,tujuan penelitian yaitu hasil akhir yang ingin dicapai, batasan masalah agar penelitian yang dilakukan tidak menyimpang dari pokok permasalahan, serta sistematika yang mendeskripsikan isi laporan penelitian ini secara keseluruhan dan singkat.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini akan menjelaskan mengenai landasan teori yang mendukung permasalahan yang akan dibahas, seperti definisi pemeliharaan, konsep rantai markov, dll . dimana tinjauan pustaka ini akan digunakan sebagai referensi dalam menyelesaikan permasalahan yang ada.

BAB III : METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang kerangka yang dijadikan pedoman dalam penyelesaian masalah yang terdiri dari tahapan-tahapan yang dilakukan dalam proses pemecahan masalah yang dimulai dari identifikasi masalah dan berakhir pada tahap penarikan kesimpulan dan pengusulan saran-saran.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang pembahasan dari hasil pengolahan data yangsistematis dari perusahaan dan mengolahnya lebih lanjut untuk

menghasilkan solusi pemecahan masalah.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan yang diperoleh dari hasil pengumpulan data dan pengolahan data, serta saran-saran untuk perusahaan, agar pemeliharaan yang dilakaukan bisa lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

**BAB 2**

**TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI**

**2.1 Sistem Pemeliharaan**

Pemeliharaan merupakan fungsi yang penting dalam suatu perusahaan, yaitu untuk menjamin kelancaran proses produksinya. Maka dari itu, adanya bagian pemeliharaan dalam suatu pabrik merupakan sesuatu yang dibutuhkan. Dengan adanya fasilitas pemeliharaan yang baik, maka akan dapat dicegah timbulnya kerusakan (*breakdown*) sebelum kerusakan itu terjadi. Mesin-mesin dan peralatan yang digunakan secara terus menerus pada suatu saat akan mengalami kerusakan, sehingga terjadi penurunan tingkat kesiapan dan kualitas performansinya. Maka dari itu, kegiatan pemeliharaan sangat diperlukan untuk memperpanjang usia kegunaan mesin dan peralatan tersebut. Kegiatan pemeliharaan ini meliputi tindakan pemeliharaan pencegahan (*preventive maintenance*).

Pemeliharan pencegahan sampai saat ini masih kurang menjadi perhatian, kecuali pada perusahaan yang sudah merasakan dan mengetahui pentingnya sistem pemeliharaan untuk menunjang kelancaran proses produksi dan menjaga kualitas produknya. Sedangkan pada umumnya perusahaan hanya melakukan tindakan perawatan yang bersifat perbaikan (*corrective maintenance*). Kurangnya perhatian dari kalangan perusahaan akan arti pentingnya sistem pemeliharaan dikarenakan adanya beberapa faktor yang mempengaruhinya, antara lain:

1. Belum dirasakannya pengaruh kerusakan peralatan terhadap kelancaran produksinya, karena kemacetan produksi juga diakibatkan oleh kemacetan pada bagian fungsi produksi lainnya
2. Belum dipahaminya tujuan dari aktivitas pemeliharaan dan manfaat dari penerapan sistem pemeliharaan.

**2.1.1 Pengertian dan Tujuan Pemeliharaan**

Pemeliharaan merupakan 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 (**Sofjan Assauri**,1993:124).

Menurut (**A.S. Corder**, 1996 : 4), pemeliharaan adalah suatu kombinasi dari setiap tindakan yang dilakukan untuk menjaga suatu barang dalam, atau untuk memperbaikinya sampai suatu kondisi yang yang bisa diterima.

Tujuan dari kegiatan pemeliharaan (**Sofjan Assauri**, 1993: 124) diantaranya adalah:

1. Kemampuan produksi dapat memenuhi kebutuhan sesuai dengan rencana produksi.
2. Menjaga kualitas pada tingkat yang tepat untuk memenuhi apa yang dibutuhkan oleh produk itu sendiri dan kegiatan produksi tidak terganggu.
3. Untuk membantu mengurangi pemakaian dan penyimpangan diluar batas dan menjaga modal yang diinvestasikan dalam perusahaan selama waktu yang ditentukan sesuai dengan kebijaksanaan perusahaan mengenai investasi tersebut.
4. Untuk mencapai tingkat biaya pemeliharaan serendah mungkin, dengan melaksanakan kegiatan pemeliharaan secara efektif dan efisien keseluruhannya.
5. Menjamin keselamatan orang yang menggunakan sarana dan alat tersebut.
6. Mengadakan suatu kerja sama yang erat dengan fungsi-fungsi utama lainnya dari suatu perusahaan dalam rangka untuk mencapai tujuan utama perusahaan, yaitu tingkat keuntungan atau *return of investment* yang sebaik mungkin dan total biaya yang terendah.

**2.1.2 Jenis-jenis Pemeliharaan**

Kegiatan pemeliharaan yang dilakukan dalam suatu perusahaan beraneka ragam, mulai dari pemeliharaan yang ringan sampai dengan perbaikan yang cukup berat. Untuk menyusun perencanaan pemeliharaan yang teratur, maka perlu diklasifikasikan adanya bermacam-macam pemeliharaan. Pemeliharaan yang dilakukan dalam perusahaan pada umumnya dibedakan menjadi 2 jenis (**Sofjan Assauri**, 1993:124) yaitu

1. Pemeliharaan Pencegahan (*Preventive Maintenance*)

Pemeliharaan pencegahan 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 dalam proses produksi (**Sofjan Assauri**, 1993 :124).

2. Pemeliharaan Korektif (*Corective Maintenance*)

Pemeliharaan korektif adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan setelah terjadinya suatu kerusakan atau kelainan pada fasilitas atau peralatan sehngga tidak dapat berfungsi dengan baik (**Sofjan Assauri**,1993: 124)

* + 1. **Kebijaksanaan Pemeliharaan**

Penentuan kebijaksanaan pemeliharaan diperlukan untuk menyusun suatu rencana yang akan diterapkan dalam sistem produksi yang telah berlangsung. Kebijaksanaan ini ditetapkan sendiri untuk masing-masing perusahaan. Adakalanya perusahaan mengabaikan jadwal rencana pemeliharaan yang didasarkan pada analisa matematis guna meminimumkan waktu kerusakan dan memberikan cara terbaik untuk beroperasi.

**2.2 Klasifikasi Kondisi Kerusakan**

Untuk menghitung nilai probabilitas transisi dari suatu proses markov dalam masalah ini, maka sistem mesin akan dikelompokkan sesuai dengan kondisi kerusakannya. Kondisi disini adalah tingkat kesiapan mesin saat dilakukan pemeliharaan periodik terhadap mesin tersebut. Untuk menentukan tingkat kondisi ini, sistem diperiksa secara berkala. Setelah dilakukan pemeriksaan, kondisi mesin dapat digolongkan menjadi 4 (empat), yaitu :

1. Kondisi baik

Suatu mesin dikatakan dalam kondisi baik apabila mesin tersebut dapat digunakan untuk operasi dengan ketentuan-ketentuan yang telah disetujui (baik), seperti keadaan mesin baru. Pemeliharaan pencegahan dan pemeriksaan rutin dilakukan supaya mesin dapat beroperasi dengan baik. Selanjutnya kondisi semacam ini disebut sebagai status 1.

1. Kondisi kerusakan ringan

Suatu mesin dikatakan dalam kondisi kerusakan ringan apabila mesin tersebut dapat beroperasi dengan baik, tetapi kadang-kadang terjadi kerusakan kecil. Kerusakan yang ditimbulkan relatif ringan dengan biaya perbaikan yang relatif kecil. Kondisi ini disebut sebagai status 2.

1. Kondisi kerusakan sedang

Suatu mesin dikatakan dalam kondisi kerusakan sedang apabila mesin tersebut dapat beroperasi tetapi dalam keadaan yang mengkhawatirkan. Selanjutnya kondisi ini disebut sebagai status 3.

1. Kondisi kerusakan berat

Suatu mesin dikatakan dalam kondisi kerusakan berat apabila mesin tersebut tidak dapat digunakan untuk beroperasi sehingga proses produksi terhenti. Waktu untuk perbaikan relatif lama dengan biaya perbaikan yang relatif besar kadang juga diikuti dengan penggantian komponen (*overhaul*). Selanjutnya kondisi semacam ini disebut status 4.

**2.3 Probabilitas**

Probabilitas adalah kemungkinan terjadinya suatu peristiwa atau hasil

(yang diharapkan) dari sejumlah atau sekumpulan peristiwa atau hasil yang dapat terjadi (**Dumairy,** 1982:13).

Probabilitas biasanya diberi simbol P dan dinyatakan dalam angka positif, dengan minimum 0 (nol) dan maksimum 1 (satu). Sedangkan symbol untuk kemungkinan tidak terjadinya suatu peristiwa, biasanya dinyatakan dengan Q yaitu 1 – P.

a. Jika P = 0

Berarti peristiwa tersebut tidak mungkin terjadi atau mustahil.

Contoh : terbitnya matahari di malam hari

Maka probabilitasnya adalah 0.

b. Jika P =1

Berarti peristiwa tersebut pasti terjadi atau tidak mungkin tidak terjadi. Contoh : darah mengalir pada tubuh makhluk hidup yang masih bernafas. Maka probabilitasnya adalah 1 (satu).

Apabila P mendekati 0 (nol) berarti peristiwa itu mempunyai kemungkinan kecil untuk terjadi atau cenderung untuk tidak terjadi. Kalau P mendekati 1 (satu) berarti peristiwa tersebut mempunyai 1 kemungkinan besar untuk terjadi.

Jika simbol E melambangkan jumlah hasil yang diharapkan terjadi, sedangkan simbol N mencerminkan jumlah seluruh hasil yang dapat terjadi dari kejadian yang berlangsung, maka notasi probabilitasnya dapat dirumuskan sebagai berikut :

dimana : 0 ≤ P(E) ≤ 1



1. - 1)

**2.4 Proses Markov Chain**

Rantai Markov (*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 mengalisa kejadian-kejadian di waktu-waktu mendatang secara matematis. Model rantai markov dikembangkan oleh seorang ahli Rusia bernama A.A. Markov pada tahun 1906 (**Pangestu Subagyo – Marwan A. – T Hani H.**, 1999 : 243).

Rantai Markov ini sebenarnya suatu kasus khusus dari proses Markov yang digunakan untuk mempelajari perilaku suatu sistem *stochastic* tertentu. Proses Markov adalah suatu sistem *stochastic* yang mempunyai karakter bahwa terjadinya suatu *state* pada suatu saat bergantung pada dan hanya pada *state* sebelumnya. Maka apabila t0 < t1 < … < tn, untuk n = 0,1,… menyatakan titik-titik waktu, kumpulan variabel random { x(tn) } adalah suatu proses Markov jika memenuhi sifat berikut ini :

P {x(tn)= xn│x(tn-1) = xn-1, …, x(t0) = x0} =

P {x(tn) = xn│x(tn-1) = xn-1}

P {x(tn) = xn│x(tn-1) = xn-1}

(2 – 2)

untuk seluruh harga x (t0), x(t1), ..., x(tn)

Probabilitas Pij = P{x(tn)= j│X(tn-1) = i} disebut sebagai probabilitas transisi dari state i pada tn-1 ke state j pada saat tn, dan asumsikan bahwa probabilitas ini tetap sepanjang waktu. Maka probabilitas transisi dari state si ke state sj ini akan lebih mudah jika disusun dalam suatu bentuk matrik sebagai berikut :

P = 

Matriks ini disebut sebagai transisi homogen atau matriks *Stochastic* karena seluruh probabilitas transisi Pij berharga tetap dan independen terhadap waktu. Probabilitas Pij ini harus memenuhi kondisi berikut :

, untuk semua i (2 - 3)

Pij  0, untuk seluruh i dan j. (2 - 4)

(**Tjutju T. Dimyati – A. Dimyati,** 1999 : 320-322)

**2.4.1 Kegunaan Probabilitas dan Keputusan Markov**

Dalam proses operasinya suatu item akan mengalami beberapa kemungkinan transisi status yang berubah dari satu status ke status yang lain. Bila dikatakan bahwa dalam selang yang cukup pendek terdapat 4 kemungkinan status, maka untuk mengubah kondisi status yang dialami dilakukan beberapa tindakan yang sesuai dengan kondisi status. Misalnya, jika perbaikan item baru dilakukan setelah item tersebut mengalami kerusakan berat, dengan kata lain untuk status 1, 2 dan 3 tetap dibiarkan saja. Tetapi seandainya kebijaksanaan itu dirubah dimana pemeliharaan dilakukan apabila item berada pada status 2, 3 dan 4 sehingga menjadi status 1 juga bisa dilakukan. Keputusan-keputusan yang diambil dalam menentukan perawatan dapat dituliskan sebagai berikut:

**Tabel 2.1 Status dan Kondisi Kerusakan**

|  |  |
| --- | --- |
| **Status** | **Kondisi** |
| 1  2  3  4 | Baik  Kerusakan ringan  Kerusakan sedang  Kerusakan berat |

**Tabel 2.2 Jenis Tindakan**

|  |  |
| --- | --- |
| **Keputusan** | **Tindakan yang dilakukan** |
| 1  2  3 | Tidak dilakukan tindakan  Dilakukan pemeliharaan pencegahan (sistem kembali ke status sebelumnya )  Pemeliharaan korektif (sistem kembali ke status 1) |

**Tabel 2.3 Keputusan Pemeliharaan**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Policy** | **Keterangan** | **d1(p) d2(P) d3(P) d4(P)** |
| P0  P1  P2  P3  P4 | Pemeliharaan korektif pada status 4  Pemeliharaan korektif pada status 4 dan pemeliharaan pencegahan pada status 3  Pemeliharaan korektf pada status 3 dan 4, serta pemeliharaan pencegahan pada status 2  Pemeliharaan korektif pada status 4 dan pemeliharaan pencegahan pada status 2 dan 3  Pemeliharaan korektf pada status 3 dan satus 4 | 1 1 1 3  1 1 2 3  1 2 3 3    1 2 2 3    1 1 3 3 |

Dimana P0 adalah pemeliharaan yang dilakukan perusahaan, yang merupakan matrik transisi awal sedangkan P1, P2,P3, dan P4 adalah usulan pemeliharaan yang didapat dari perubahan pada matrik awal sesuai dengan tindakan yang dilakukan.

Jika suatu item berada pada status kerusakan ringan dan kerusakan sedang, maka item tersebut tidak akan mengalami transisi ke status baik, dengan kata lain bahwa suatu item yang berada pada status kerusakan ringan dan kerusakan sedang akan tetap berada pada status kerusakan ringan dan kerusakan sedang atau hanya akan beralih ke status kerasakan berat. Dan jika item berada pada status kerusakan berat atau dengan kata lain suatu item yang memburuk akan tetap memburuk sampai selang pemeriksaan berikutnya, atau bila tidak item akan mengalami kerusakan berat selama selang tersebut akan diperbaiki pada selang pemeriksaan berikutnya.

Dari uraian tersebut dapat dibuat skematis himpunan tertutup (*close set*) dan peralihan status sebagai berikut:

P22

P11

P12

2

1

0

P41

P23

P13

0

P24

0

P23

P33

P14

0

P34

4

3

0

**Gambar 2.1 Diagram Transisi**

Keterangan:

1. Menyatakan status 1 (baik)
2. Menyatakan status 2 (kerusakan ringan)
3. Menyatakan status 3 ( kerusakan sedang )
4. Menyatakan status 4 ( kerusakan berat )

Bertitik tolak pada asumsi di atas maka dapat diungkapkan bahwa suatu item mempunyai probabilitas transisi Pij, yang menyatakan bahwa suatu item berada pada status i maka pada selang waktu berikutnya akan beralih pada status j.

**2.5 Analisis Data**

Dalam suatu penelitian tidak dapat dipisahkan dari pengolahan dan analisis data.

**2.5.1 Perhitungan Probabilitas Status untuk Masing-masing Item**

Dalam menentukan probabilitas status, akan ditentukan dulu besarnya probabilitas transisi yang dapat dihitung dari jumlah masing-masing keadaan mesin melalui transisi diagram. Selanjutnya dapat dibuat matrik transisi awal yang meerupakan pemeliharaan yang dilakukan perusahaan.

**Tabel 2.4 Probabilitas Transisi Item i**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Bulan** | **Status** | | | | | | | | | |
| **P11** | **P12** | **P13** | **P14** | **P22** | **P23** | **P24** | **P33** | **P34** | **P41** |
| 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| . |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| . |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| N |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Jumlah |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Keterangan :** P = Probabilitas Transisi

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

**Tabel 2.5 Matrik Probabilitas Transisi Awal**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **j**  **i** | **1** | **2** | **3** | **4** |
| **1**  **2**  **3**  **4** | P11  0  0  P41 | P12  P22  0  0 | P13  P23  P33  0 | P14  P24  P34  0 |

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

****





Catatan : 

Maka akan didapat persamaan sebagai berikut :

π1 + π2 + π3 + π4 = 1

P11 π1 + 0 + 0 + P41 π4 = π1

P12 π1 + P22 π2 + 0 + 0 = π2

P13 π1 + P23 π2 + P33 π3 + 0 = π3

P14 π1 + P24 π2 + P34 π3 + 0 = π4

**2.5.2 Perencanaan Pemeliharaan yang Diusulkan**

Untuk mendapatkan pemeliharaan yang lebih baik sehingga bisa mengurangi biaya pemeliharaan, maka diusulkan 4 (empat) perencanaan pemeliharaan mesin yang didapat dari perubahan matrik transisi awal sesuai dengan tindakan yang dilakukan. Dari keempat usulan tersebut yang akan dipilih adalah usulan yang mempunyai biaya rata-rata ekspektasi terkecil.

* + 1. **Pemeliharaan korektif pada status 4 dan pemeliharaan pencegahan pada status 3.**

Matrik transisinya sebagai berikut:

**Tabel 2.6 Matrik Probabilitas Transisi Usulan 1**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **J**  **i**  P1 = | **1** | **2** | **3** | **4** |
| **1**  **2**  **3**  **4** | P11  0  0  1 | P12  P22  1  0 | P13  P23  0  0 | P14  P24  0  0 |

Dengan menggunakan persaman serta hasil matrik transisi tersebut, dalam jangka panjang dan dalam keadaan mapan, probabilitas terjadinya kerusakan dapat dituliskan sebagai berikut :

****





Catatan : 

Maka akan didapat persamaan sebagai berikut :

π1 + π2 + π3 + π4 = 1

P11 π1 + 0 + 0 + π4 = π1

P12 π1 + P22 π2 + π3 + 0 = π2

P13 π1 + P23 π2 + 0+ 0 = π3

P14 π1 + P24 π2 + 0+ 0 = π4

* + 1. **Pemeliharaan korektif pada status 3 dan 4 serta pemeliharaan pencegahan pada status 2.**

Matrik transisinya sebagai berikut:

**Tabel 2.7 Matrik Probabilitas Transisi Usulan 2**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **j**  **i**  P2 = | **1** | **2** | **3** | **4** |
| **1**  **2**  **3**  **4** | P11  1  1  1 | P12  0  0  0 | P13  0  0  0 | P14  0  0  0 |

Dengan menggunakan persaman serta hasil matrik transisi tersebut, dalam jangka panjang dan dalam keadaan mapan, probabilitas terjadinya kerusakan dapat dituliskan sebagai berikut :

****





Catatan : 

Maka akan didapat persamaan sebagai berikut :

π1 + π2 + π3 + π4 = 1

P11 π1 + π2 + π3 + π4 = π1

P12 π1 + 0+ 0 + 0 = π2

P13 π1 + 0+ 0+ 0 = π3

P14 π1 + 0+ 0+ 0 = π4

**iii. Pemeliharaan korektif pada status 4 dan pemeliharaan pencegahan pada status 2 dan 3**

Matrik transisinya sebagai berikut:

**Tabel 2.8 Matrik Probabilitas Transisi Usulan 3**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **j**  **i** | **1** | **2** | **3** | **4** |
| **1**  P3 =  **2**  **3**  **4** | P11  1  0  1 | P12  0  1  0 | P13  0  0  0 | P14  0  0  0 |

Dengan menggunakan persaman serta hasil matrik transisi tersebut, dalam jangka panjang dan dalam keadaan mapan, probabilitas terjadinya kerusakan dapat dituliskan sebagai berikut :

****





Catatan : 

Maka akan didapat persamaan sebagai berikut :

π1 + π2 + π3 + π4 = 1

P11 π1 + π2 + 0 + π4 = π1

P12 π1 + 0+ π3 + 0 = π2

P13 π1 + 0+ 0+ 0 = π3

P14 π1 + 0+ 0+ 0 = π4

1. **Pemeliharaan korektif pada status 3 dan status 4**

Matrik transisinya sebagai berikut:

**Tabel 2.9 Matrik Probabilitas Transisi Usulan 4**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **j**  **i** | **1** | **2** | **3** | **4** |
| **1**  P4 =  **2**  **3**  **4** | P11  0  1  1 | P12  P22  0  0 | P13  P23  0  0 | P14  P24  0  0 |

Dengan menggunakan persaman serta hasil matrik transisi tersebut, dalam jangka panjang dan dalam keadaan mapan, probabilitas terjadinya kerusakan dapat dituliskan sebagai berikut :

****





Catatan : 

Maka akan didapat persamaan sebagai berikut :

π1 + π2 + π3 + π4 = 1

P11 π1 + 0 + π3 + π4 = π1

P12 π1 + P22π2 + 0 + 0 = π2

P13 π1 + P23π2 + 0+ 0 = π3

P14 π1 + P24π2 + 0+ 0 = π4

**2.6 Analisa Biaya**

Penentuan biaya pemeliharaan meliputi biaya pemeliharaan pencegahandan pemeliharaan korektif yang dilakukan pada saat mesin berhentidan hanya menitikberatkan pada biaya *down time* yang terjadi.

Dengan membuat perecanaan atau jadwal pemeliharaan preventive bagi suatu sistem, jumlah pemeliharaan korektf dan perbaikan emergensi dapat ditekan sehingga mengurangi biaya *down time*. Hal inilah yang menjadi tujuan utama dari sistem pemeliharaan. Untuk menentukan model yang akan digunakan dalam menentukan besarnya biaya pemeliharaan dan besarnya biaya yang hilang akibat adanya *down time* maka perlu dijelaskan mengenai biaya-biaya yang timbul akibat ada dan tidaknya perencanaan pemeliharaan.

**2.6.1 Biaya *Down Time***

Biaya *down time* adalah biaya hilangnya profit perusahaan yang diakibatkan oleh system yang tidak produktif. Elemen-elemen biaya yang menentukan biaya down time adalah biaya operator mesin, hilangnya sebagian output produksi, atau umumnya dinyatakan dalam profit per satuan waktu yang hilang.

**2.6.2 Biaya Penyelenggaraan Pemeliharaan Pencegahan**

Biaya yang dikeluarkan setiap kali melakukan pemeliharaan dan perbaikan disebut biaya penyelenggaraan dimana biaya tadi tergantung pada jumlah item yang diperiksa atau diperbaiki. Faktor utama yang menentukan biaya penyelenggaraan pemeliharaan periodik adalah biaya *down time*, karena setiap melakukan perbaikan pemeliharan periodic ada jam produksi yang dikorbankan. Oleh karena itu biaya penyelenggaraan ditetapkan sebagai jumlah biaya down time yang timbul karena pemeliharaan pencegahan. Jika biaya pemeliharaan pencegahan item-i dilambangkan dengan C1i maka dapat dinyatakan sebagai berikut :

C1i = Waktu rata-rata Pemeliharaan Pencegahan x Biaya *down time*

**2.6.3 Biaya Kerusakan (Pemeliharaan Korektif)**

Kerusakan merupakan suatu kondisi dimana sistem tidak dapat berfungsi untuk menghasilkan output. Hal ini akan menyebabkan adanya biaya tambahan untuk pemeliharaan korektif, tetapi apabila diadakan pemeliharaan rutin yang terjadwal, kerusakan dapat dicegah atau dikurangi. Jika biaya pemeliharaan korektif ini dilambangkan dengan C2i untuk setiap item-i maka dapat dinyatakan sebagai berikut :

C2i = Waktu rata-rata pemeliharaan perbaikan x Biaya *down time.*

**2.6.4 Biaya Rata-rata Ekspektasi**

Berdasarkan pada biaya-biaya pemeliharaan pencegahan dan korektif maka akan didapatkan biaya-biaya pemeliharaan untuk masing-masing item. Dan apabila dikalikan dengan probabilitas status dalam keadaan mapam (*steady state*) pada jangka panjang maka akan didapatkan biaya rata-rata ekspektasi (biaya rata-rata yang diharapkan) untuk masing-masing pemeliharaan. Biaya ekspektasi ini disimbolkan dengan E (C).

**BAB 3**

**METODE PENELITIAN**

**3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilakukan PT. MEKABOX INTERNASIONAL di Dsn, Sebani, Tanjang Rono, Kec. Ngoro, Kab. Mojokerto, Jawa Timur. Adapun pelaksanaan penelitian dilakukan mulai November 2019 sampai dengan selesai

**3.2 Identifikasi dan Definisi Operasional Variabel**

Di tinjau dari segi penelitian, variabel dapat diartikan sebagai konsep yang mempunyai nilai. Adapun variabel – variabel tersebut adalah

1. **Variabel terikat**

Variable terikat merupakan variabel yang dipengaruhi oleh beberapa variabel bebas. Dalam penelitian ini yang menjadi variabel terikatnya adalah biaya perawatan yang minimum.

1. **Variabel Bebas**

Variabel bebas merupakan variabel yang mempengaruhi besar kecilnya nilai variabel terikat. Dalam penelitian ini yang menjadi variabel bebasnya antara lain:

1. Data waktu pemeliharaan perbaikan

Waktu rata–rata yang diperlukan untuk melakukan perbaikan akibat kerusakan mesin. Dinyatakan dalam jam untuk masa selama 6 bulan, mulai bulan November 2019 sampai dengan Juni 2020.

2.Data waktu pemeliharaan pencegahan

Menjelaskan waktu yang dibutuhkan dalam melakukan pemeliharaan

mesin. Dinyatakan dalam jam untuk masa selama 6 bulan, mulai bulan November 2019 sampai dengan Juni 2019

3.Data biaya down time

Merupakan biaya yang harus dikeluarkan akibat dari system yang tidak produktif , karena system masih dalam pemeliharaan atau perbaikan sehingga mengakibatkan hilangnya profit perusahaan. Dinyatakan dalam rupiah untuk masa selama 6 bulan, mulai bulan November 2019 sampai dengan Juni 2019

**3.3 Pengumpulan Data**

Yaitu melakukan pengumpulan data dengan melakukan riset lapangan, suatu cara untuk memperoleh data dengan pengamatan terhadap suatu proyek yang diteliti (teknik observasi dan *interview*) juga menggunakan metode dokumentasi, teknik pengumpulan data dengan cara menyalin catatan-catatan yang ada dalam perusahaan. Data – data yang dikumpulkan antara lain:

a**.** Data Primer

Data primer diperoleh dengan melakukan Riset lapangan. Riset Lapangan (*Field Research*) Merupakan suatu cara untuk memperoleh data dengan pengamatan terhadap suatu obyek yang diteliti. Kegiatan ini dimaksudkan untuk memperoleh data sebenarnya di perusahaan yang berkaitan dengan penelitian. Adapun teknik yang digunakan adalah :

1. *Observasi*

Pengumpulan data dengan melakukan pengamatn aktifitas langsung pada obyek dilapangan

1. *Interview*

Pengumpulan data dengan melakukan wawancara / tanya jawab langsung tentang permasalahan yang diteliti. Dalam hal ini yang akan di mintai wawancara adalah pimpinan perusahaan, staff dan karyawan.

b. Data Sekunder

Data Sekunder diperoleh dengan melakukan pencatatan data dari dokumen perusahaan maupun dari studi pustaka yang berhubungan dengan masalah di dalam penelitian ini.

1. Tinjauan Pustaka

Studi pustaka ini dilakukan dengan maksud untuk memperoleh data pustaka sebagai narasumber yang dapat dijadikan pedoman didalam memecahkan masalah yang dihadapi oleh perusahaan

1. Dokumen Perusahaan

Dokumen ini berupa data yang diperoleh atau dikumpulkan dari laporan-laporan tersimpan milik perusahaan. Data tersebut terdiri dari :

a. Jenis dan jumlah mesin produksi yang mengalami kerusakan beserta komponen yang menyebabkan kerusakan

b. Mesin yang berada pada status baik, kerusakan ringan, kerusakan sedang, kerusakan berat untuk masing-masing mesin.

c. Mesin yang mengalami transisi status untuk setiap item.

d. Waktu pemeliharaan pencegahan dan perbaikan.

e. Waktu kerusakan untuk setiap item.

f. Biaya downtime

**3.4 Pengolahan dan Analisis Data**

Setelah dilakukan pengumpulan data (data jenis mesin, jumlah mesin, transisi status mesin, status mesin, waktu pemeliharaan pencegahan, dan biaya *down time*), kemudian dilakukan pengolahan dan analisis data. Adapun langkah-langkah pengolahan dan analisa data dari pada suatu *Markov Chain* tersebut adalah sebagai berikut :

a. Menghitung probabilitas transisi yang dihitung dari proporsi jumlah mesin yang mengalami transisi status.

b. Membentuk matriks transisi awal kegiatan pemeliharaan dan usulan.

c. Menghitung probabilitas kondisi mesin dalam keadaan steady state

d. Menghitung biaya penyelenggaraan pemeliharaan preventive (C1i).

C1i = waktu rata-rata pemeliharaan pencegahan (W1i) x Biaya *down time*

1. Menghitung biaya penyelenggaraan pemeliharaan korektive (C2i)

C2i = waktu rata-rata kerusakan (W2i) x Biaya *down time*

f. Menghitung biaya rata-rata ekspektasi pemeliharaan

g. Menghitung penghematan biaya pemeliharaan.

**3.5 Langkah-langkah Pemecahan Masalah**

Langkah – langkah pemecahan masalah dalam penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir dibawah ini





Gambar 3.1 Langkah – langkah pemecahan masalah

Langkah-langkah pemecahan masalah yang dilakukan antara lain :

1. **Studi Lapangan**

Dalam langkah awal penelitian yang perlu dilakukan ialah *survey* pendahuluan yaitu untuk mengetahui gambaran tentang perusahaan.

1. **Studi Literatur**

Dilakukan dengan mempelajari teori dan ilmu pengetahuan yang berhubungan dengan permasalahan tersebut.

1. **Identifikasi Masalah**

Identifikasi masalah dilakukan untuk mencari penyebab timbulnya masalah kemudian mengidentifikasikan masalah serta mencari pemecahan yang tepat untuk masalah tersebut.

1. **Penetapan Tujuan**

Yaitu tujuan akhir yang ingin dicapai setelah penelitian dilakukan berdasarkan perumusan masalah yang ada.

1. **Identifikasi Variabel**

Setelah tujuan di ketahui, maka langkah selanjutnya ialah mencari beberapa konsep bernilai yang nantinya akan dikelompokkan berupa data primer dan data sekunder.

1. **Pengumpulan Data**

Yaitu melakukan pengumpulan data dengan melakukan riset lapangan untuk memperoleh data dengan pengamatan terhadap suatu proyek yang diteliti.

1. **Metode Perawatan Perusahaan**

Yaitu menentukan probabilitas kondisi mesin dalam keadaan steady state (mantap) perusahaan apabila menggunakan metode pemeliharaan pada saat ini.

**8. Analisa Biaya Perawatan**

Yaitu menghitung biaya perawatan perusahaan saat ini, dengan cara mengalikan biaya downtime dengan waktu rata-rata pemeliharaan.

**9. Ekspektasi Biaya Perawatan Metode Perusahaan**

Yaitu menentukan harapan biaya yang harus dikeluarkan perusahaan untuk melakukan pemeliharaan mesin pada kondisi steady state (mantap) apabila masih menggunakan metode perawatan mesin saat ini, dengan cara mengalikan biaya perawatan denagn probabilitas kerusakan mesin.

**10. Metode Perawatan Usulan (Metode *Markov Chain*)**

Yaitu memberikan beberapa usulan kebijakan perencanaan pemeliharaan mesin berdasarkan kondisi perusahaan saat ini.

**11. Probabilitas Transisi**

Yaitu menentukan peluang perpindahan status mesin saat ini dari kondisi baik, kerusakan ringan, kerusakan sedang, hingga kerusakan berat pada kondisi steady state.

**12. Matriks Transisi Satu Langkah**

Yaitu menentukan matriks perpindahan status mesin apabila menggunakan metode perawatan usulan berdasarkan probabilitas transisi status mesin.

**13. Probabilitas Pada *Steady State***

Yaitu menentukan probabilitas kondisi mesin dalam keadaan steady state (mantap) perusahaan apabila menggunakan metode pemeliharaan usulan

**14. Menghitung Biaya Perawatan Metode *Markov Chain***

Yaitu menghitung biaya perawatan perusahaan pada masing-masing usulan, dengan cara mengalikan biaya downtime dengan waktu rata-rata pemeliharaan.

**15. Ekspektasi Biaya Perawatan Metode *Markov Chain***

Yaitu menentukan harapan biaya yang harus dikeluarkan perusahaan untuk melakukan pemeliharaan mesin pada kondisi steady state (mantap) untuk tiap usulan metode perawatan, dengan cara mengalikan biaya perawatan dengan probabilitas kerusakan mesin masing-masing usulan. Dari 4 usulan perencanaan perawatan mesin nantinya akan diambil satu perncanaan perawatan mesin yang menghasilkan biaya perawatan terendah.

**16. Penerimaan Metode *Markov Chain***

Berdasarkan perhitungan ekspektasi biaya, dapat dibandingkan antara ekspektasi biaya perawatan mesin pada kondisi riil perusahaan (saat ini) dengan ekspektasi biaya menggunakan metode perawatan usulan. Apabila ekspektasi biaya menggunakan metode perawatan usulan lebih rendah (murah) maka Metode *Markov chain* diterima.

**BAB 4**

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**4.1. Pengumpulan Data**

Data yang digunakan dalam memecahkan masalah ini terdiri dari:

1. Jenis dan jumlah mesin.
2. Mesin-mesin yang mengalami transisi status untuk setiap jenis mesin.
3. Mesin yang berada pada status baik, kerusakan ringan, sedang dan berat.
4. Waktu pemeliharaan pencegahan untuk setiap mesin.
5. Waktu pemeliharaan perbaikan untuk setiap mesin.
6. Biaya *Down Time*.

**4.1.1. Jenis Mesin dan Jumlah Mesin Yang Mengalami Kerusakan**

Adapun jenis mesin pada bagian produksi yang akan sering kali mengalami kerusakan dapat dilihat dari tabel berikut:

**Tabel 4.1 Jenis Mesin dan Jumlah Mesin Yang Mengalami Kerusakan**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| No | Mesin | Jumlah |
| 1 | Mesin Potong | 4 |
| 2 | Mesin Tekuk | 4 |
| 3 | Mesin Plong | 3 |

*Sumber informasi : Data internal PT. Mekabox Internasionall*

**4.1.2. Data Mesin yang Mengalami Transisi Status**

1. Transisi status yang terjadi

Pada mesin potong, mesin tekuk, dan mesin plong mengalami perubahan status kondisi selama periode Oktober 2011 sampai September 2012. Transisi status tersebut adalah:

* 1. Kondisi baik ke kondisi baik
  2. Kondisi baik ke kerusakan ringan
  3. Kondisi baik ke kerusakan sedang
  4. Kondisi baik ke kerusakan berat
  5. Kondisi kerusakan ringan ke kerusakan ringan
  6. Kondisi kerusakan ringan ke kerusakan sedang
  7. Kondisi kerusakan ringan ke kerusakan berat
  8. Kondisi kerusakan sedang ke kerusakan sedang
  9. Kondisi kerusakan sedang ke kerusakan berat
  10. Kondisi kerusakan berat ke kondisi baik

1. Data transisi status untuk setiap mesin

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

**Tabel 4.2 Transisi Status Mesin Potong**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Bulan/**  **Tahun** | **Status** | | | | | | | | | |
| **B/B** | **B/Kr** | **B/Ks** | **B/Kb** | **Kr/Kr** | **Kr/Ks** | **Kr/Kb** | **Ks/Ks** | **Ks/Kb** | **Kb/B** |
| Okt’11 | 2 | 0 | 0 | 1 | \* | \* | \* | 0 | 1 | \* |
| Nop’11 | 3 | 0 | 0 | 0 | \* | \* | \* | \* | \* | 1 |
| Des’11 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | \* | \* | \* |
| Jan’12 | 2 | 1 | 0 | 0 | \* | \* | \* | 1 | 0 | \* |
| Peb’12 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | \* | \* | 1 |
| Mar’12 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | \* | \* | \* |
| Apr’12 | 3 | 0 | 0 | 0 | \* | \* | \* | \* | \* | 1 |
| Mei’12 | 3 | 0 | 0 | 0 | \* | \* | \* | 1 | 0 | \* |
| Juni’12 | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | \* | \* | \* |
| Juli’12 | 3 | 0 | 1 | 0 | \* | \* | \* | \* | \* | \* |
| Ags’12 | 2 | 0 | 0 | 1 | \* | \* | \* | 1 | 0 | \* |
| Sep’12 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | \* | \* | \* |

*Sumber informasi : Data internal PT. Mekabox Internasional*

**Tabel 4.3 Transisi Status Mesin Tekuk**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Bulan/**  **Tahun** | **Status** | | | | | | | | | |
|  | **B/B** | **B/Kr** | **B/Ks** | **B/Kb** | **Kr/Kr** | **Kr/Ks** | **Kr/Kb** | **Ks/Ks** | **Ks/Kb** | **Kb/B** |
| Okt’ 11 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | \* | \* | \* |
| Nop’11 | 2 | 1 | 0 | 0 | \* | \* | \* | 1 | 0 | \* |
| Des’11 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | \* |
| Jan’12 | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | \* | \* | \* |
| Peb’12 | 3 | 0 | 0 | 0 | \* | \* | \* | 1 | 0 | \* |
| Mar’12 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | \* | \* | \* |
| Apr’12 | 3 | 0 | 0 | 0 | \* | \* | \* | 0 | 1 | \* |
| Mei’12 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | \* | \* | \* |
| Juni’12 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | \* | \* | \* |
| Juli’12 | 2 | 0 | 0 | 0 | \* | \* | \* | 1 | 0 | 1 |
| Ags’12 | 2 | 1 | 0 | 0 | \* | \* | \* | 0 | 1 | \* |
| Sep’12 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | \* | \* | \* |

*Sumber informasi : Data internal PT. Mekabox Internasional*

**Tabel 4.4 Transisi Status Mesin Plong**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Bulan/**  **Tahun** | **Status** | | | | | | | | | |
| **B/B** | **B/Kr** | **B/Ks** | **B/Kb** | **Kr/Kr** | **Kr/Ks** | **Kr/Kb** | **Ks/Ks** | **Ks/Kb** | **Kb/B** |
| Okt’ 11 | 2 | 0 | 0 | 1 | \* | \* | \* | \* | \* | \* |
| Nop’11 | 2 | 0 | 0 | 0 | \* | \* | \* | 1 | 0 | \* |
| Des’11 | 1 | 0 | 1 | 0 | \* | \* | \* | 0 | 1 | \* |
| Jan’12 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | \* | \* | 1 |
| Peb’12 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | \* |
| Mar’12 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | \* | \* | \* |
| Apr’12 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | \* |
| Mei’12 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | \* | \* | \* |
| Juni’12 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | \* |
| Juli’12 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | \* |
| Ags’12 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | \* | \* | \* |
| Sep’12 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | \* | \* | \* |

*Sumber informasi : Data internal PT. Mekabox Internasional*

**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/B = Kondisi kerusakan berat ke kondisi baik

**4.1.3. Pengelompokan Status Mesin**

Dari data di atas mesin-mesin dikelompokkan berdasarkan status dari masing-masing mesin, sehingga didapat jumlah mesin yang berada pada status baik, status kerusakan ringan, status kerusakan sedang, dan status kerusakan berat per bulannya selama periode November 2019 sampai dengan Juni 2020.

**Tabel 4.5 Jumlah Mesin Pada Status Baik**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Bulan/**  **Tahun** | **Jenis mesin** | | |
| **Mesin Potong** | **Mesin Tekuk** | **Mesin Plong** |
| Okt’ 11 | 3 | 3 | 3 |
| Nop’11 | 3 | 3 | 2 |
| Des’11 | 3 | 2 | 2 |
| Jan’12 | 3 | 3 | 1 |
| Peb’12 | 2 | 3 | 1 |
| Mar’12 | 3 | 3 | 2 |
| Apr’12 | 3 | 3 | 1 |
| Mei’12 | 3 | 3 | 2 |
| Juni’12 | 3 | 2 | 1 |
| Juli’12 | 4 | 2 | 1 |
| Ags’12 | 3 | 3 | 2 |
| Sep’12 | 3 | 3 | 2 |

*Sumber informasi : Data Internal PT. Mekabox Internasional*

**Tabel 4.6 Jumlah Mesin Pada Status Kerusakan Ringan**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Bulan/**  **Tahun** | **Jenis Mesin** | | |
| **Mesin Potong** | **Mesin Tekuk** | **Mesin Plong** |
| Okt’ 11 | 0 | 1 | 0 |
| Nop’11 | 0 | 0 | 0 |
| Des’11 | 1 | 1 | 0 |
| Jan’12 | 0 | 1 | 1 |
| Peb’12 | 1 | 0 | 1 |
| Mar’12 | 1 | 1 | 1 |
| Apr’12 | 0 | 0 | 1 |
| Mei’12 | 0 | 1 | 1 |
| Juni’12 | 1 | 1 | 1 |
| Juli’12 | 0 | 0 | 1 |
| Ags’12 | 0 | 0 | 1 |
| Sep’12 | 1 | 1 | 1 |

*Sumber informasi : Data Internal PT. Mekabox Internasional*

**Tabel 4.7 Jumlah Mesin Pada Status Kerusakan Sedang**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Bulan/**  **Tahun** | **Jenis Mesin** | | |
| **Mesin Potong** | **Mesin Tekuk** | **Mesin Plong** |
| Okt’ 11 | 1 | 0 | 0 |
| Nop’11 | 0 | 1 | 1 |
| Des’11 | 0 | 1 | 1 |
| Jan’12 | 1 | 0 | 0 |
| Peb’12 | 0 | 1 | 1 |
| Mar’12 | 0 | 0 | 0 |
| Apr’12 | 0 | 1 | 1 |
| Mei’12 | 1 | 0 | 0 |
| Juni’12 | 0 | 0 | 1 |
| Juli’12 | 0 | 1 | 1 |
| Ags’12 | 1 | 1 | 0 |

*Sumber informasi : Data Internal PT. Mekabox Internasional*

**Tabel 4.8 Jumlah Mesin Pada Status Kerusakan Berat**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Bulan/**  **Tahun** | **Jenis Item** | | |
| **Mesin Potong** | **Mesin Tekuk** | **Mesin Plong** |
| Okt’ 11 | 0 | 0 | 0 |
| Nop’11 | 1 | 0 | 0 |
| Des’11 | 0 | 0 | 0 |
| Jan’12 | 0 | 0 | 1 |
| Peb’12 | 1 | 0 | 0 |
| Mar’12 | 0 | 0 | 0 |
| Apr’12 | 1 | 0 | 0 |
| Mei’12 | 0 | 0 | 0 |
| Juni’12 | 0 | 0 | 0 |
| Juli’12 | 0 | 1 | 0 |
| Ags’12 | 0 | 0 | 0 |
| Sep’12 | 0 | 0 | 0 |

*Sumber informasi : Data Internal PT. Mekabox Internasional*

**4.1.4. Data Waktu Pemeliharaan Pencegahan**

Data waktu pemeliharaan pencegahan pada masing –masing mesin tiap bulan oleh perusahaan adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.9 Waktu Pemeliharaan Pencegahan Tiap Mesin**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **No.** | **Mesin** | **Jumlah** | **Waktu**  **(menit/bulan)** | **Total Waktu**  **(menit/bulan)** | **Total Waktu**  **(jam/bulan)** | **Total Waktu**  **(jam/tahun)** |
| 1. | Mesin Potong | 4 | 20 | 80 | 1,33 | 15,96 |
| 2. | Mesin Tekuk | 4 | 20 | 80 | 1,33 | 15,96 |
| 3. | Mesin Plong | 3 | 15 | 45 | 0,75 | 9 |

*Sumber informasi : Data Internal PT. Mekabox Internasional*

Keterangan Pemeliharaan:

Mesin Potong:

pengecekan sealer hidrolis, pengecekan kondisi mata pisau, pengecekan bearing , pengecekan kondisi panel control dan kelistrikan, penambahan oli hidrolis, penambahan greas, dan stamp pad pada ass centris.

Mesin Tekuk:

pengecekan sealer hidrolis, pengecekan posisi meja tekuk, pengecekan bearing , pengecekan kondisi panel control dan kelistrikan, penambahan oli hidrolis, penambahan greas, dan stamp pad pada ass centris, pengecekan pressure dan vacuum udara.

Mesin Plong:

pengecekan sealer hidrolis, pengecekan kondisi mata pisau, pengecekan bearing , pengecekan kondisi panel control dan kelistrikan, penambahan oli hidrolis, penambahan greas, dan stamp pad pada ass centris.

**4.1.5. Data Waktu Pemeliharaan Perbaikan**

Data waktu pemeliharaan pencegahan pada masing –masing mesin tiap bulan oleh perusahaan adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.10 Waktu Pemeliharaan Perbaikan Mesin Potong**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Bulan** | **Waktu Perbaikan** | |
| **Menit/bulan** | **Jam/bulan** |
| Okt’ 11 | 94 | 1.57 |
| Nop’11 | 126 | 2.1 |
| Des’11 | 85 | 1.42 |
| Jan’12 | 104 | 1.73 |
| Peb’12 | 120 | 2 |
| Mar’12 | 105 | 1.75 |
| Apr’12 | 118 | 1.97 |
| Mei’12 | 90 | 1.5 |
| Juni’12 | 100 | 1.67 |
| Juli’12 | 97 | 1.62 |
| Ags’12 | 108 | 1.8 |
| Sep’12 | 112 | 1.87 |
| Jumlah | | 20.1 |

*Sumber informasi : Data internal PT. Mekabox Internasional*

Keterangan jenis kerusakan:

* Kebocoran oli hidrolis
* Pisau potong retak
* Tombol panel pengoperasian tidak berfungsi
* Silinder aus
* Handle terlepas
* Tombol pengoperasian rusak.

**Tabel 4.11 Waktu Pemeliharaan Perbaikan Mesin Tekuk**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Bulan** | **Waktu Perbaikan** | |
| **Menit/bulan** | **Jam/bulan** |
| Okt’ 11 | 90 | 1.5 |
| Nop’11 | 115 | 1.92 |
| Des’11 | 113 | 1.88 |
| Jan’12 | 120 | 2 |
| Peb’12 | 93 | 1.55 |
| Mar’12 | 105 | 1.75 |
| Apr’12 | 90 | 1.5 |
| Mei’12 | 97 | 1.62 |
| Juni’12 | 112 | 1.87 |
| Juli’12 | 130 | 2.167 |
| Ags’12 | 112 | 1.867 |
| Sep’12 | 102 | 1.7 |
| Jumlah | | 21.32 |

*Sumber informasi : Data internal PT. Mekabox Internasional*

Keterangan jenis kerusakan:

* Kebocoran oli hidrolis
* Posisi sudut meja tekuk tidak 90 derajat
* Ass centris retak.
* Bearing valve hidrolis retak.
* Tekanan udara tidak stabil

**Tabel 4.12 Waktu Pemeliharaan Perbaikan Mesin Plong**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Bulan** | **Waktu Perbaikan** | |
| **Menit/bulan** | **Jam/bulan** |
| Okt’ 11 | 55 | 0.92 |
| Nop’11 | 53 | 0.88 |
| Des’11 | 68 | 1.13 |
| Jan’12 | 82 | 1.37 |
| Peb’12 | 70 | 1.17 |
| Mar’12 | 72 | 1.2 |
| Apr’12 | 96 | 1.6 |
| Mei’12 | 62 | 1.03 |
| Juni’12 | 70 | 1.17 |
| Juli’12 | 75 | 1.25 |
| Ags’12 | 65 | 1.08 |
| Sep’12 | 60 | 1 |
| Jumlah | | 13.8 |

*Sumber informasi : Data internal PT. Mekabox Internasional*Keterangan jenis kerusakan:

* Konsleting pada panel kelistrikan
* Silinder hidrolis aus

**4.1.6 Data Biaya Down Time**

Data Biaya Down time baik untuk pemeliharaan pencegahan maupun pemeliharaan perbaikan pada masing –masing mesin tiap bulan oleh perusahaan adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.13 Data Biaya Down Time**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No** | **Jenis Mesin** | **Biaya Down Time (Rp/jam)** |
| **1** | **Mesin Potong** | **2.155.000** |
| **2** | **Mesin Tekuk** | **1.712.000** |
| **3** | **Mesin Plong** | **1.483.000** |

*Sumber informasi : Data internal PT. Mekabox Internasional*

**4.2. Pengolahan Data**

**4.2.1 Biaya Perawatan Pada Kondisi Riil Perusahaan**

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

**A. Biaya Perawatan Mesin Potong**

Dari pengumpulan dan pengolahan data maka didapat waktu pemeliharaan preventif dan korektif sebagai berikut :

**Tabel 4.14 Data Waktu Pemeliharaan dan Biaya Down Time**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Jenis pemeliharaan | Waktu (jam/tahun) | Biaya Down time per jam |
| Pemeliharaan pencegahan | 15,96 | Rp 2.155.000,- |
| Pemeliharaan perbaikan | 20,1 |

*Sumber informasi dari data internal PT. Mekabox Internasional*

Dengan memasukkan ke dalam persamaan biaya perawatan, maka akan didapat :

Biaya Perawatan Pencegahan(C1i) = Waktu pemeliharaan pencegahan (W1i) x Biaya *down time*

(C1i) = 15,96 jam / 1th x Rp 2.155.000,- / jam

= Rp 34.393.800.000,- / 1th

Biaya Perawatan Perbaikan (C2i) = Waktu pemeliharaan perbaikan (W2i) x Biaya *down time*

(C2i) = 20.1 x Rp 2.155.000,- / jam

= Rp 43.315.500,- / 1th

Total Biaya perawatan mesin potong: (C1i) Mesin Potong + (C2i) Mesin Potong

Rp 34.393.800.,- + Rp 43.315.500,- = Rp 77.708.800,-/th

**B. Biaya Perawatan Mesin Tekuk**

Dari pengumpulan dan pengolahan data, maka didapat waktu pemeliharaan preventif dan korektif sebagai berikut :

**Tabel 4.15 Data Waktu Pemeliharaan dan Biaya Down Time**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Jenis pemeliharaan | Waktu (jam/tahun) | Biaya Down time per jam |
| Pemeliharaan pencegahan | 15,96 | Rp 1.712.000,- |
| Pemeliharaan perbaikan | 21,32 |

*Sumber informasi dari data internal PT. Mekabox Internasional*

Dengan memasukkan ke dalam persamaan biaya perawatan, maka akan didapat:

Biaya Perawatan Pencegahan (C1i) = Waktu pemeliharaan pencegahan (W1i) x Biaya *down time*

CIi= 15.96 jam / 1th x Rp 1.712.000,- / jam

= Rp 27.323.520,- / 1th

Biaya perawatan perbaikan (C2i) = Waktu pemeliharaan perbaikan (W2i) x Biaya *down time*

Biaya perawatan perbaikan = 21.32 jam / 1th x Rp 1.712.000,- / jam

= Rp 36.499.840,- /1th

Total biaya perawatan mesin tekuk: (C1i) Mesin Tekuk + (C2i) Mesin Tekuk

Rp 27.323.520,- + Rp 36.499.840,- = Rp 63.823.360,-/th

**C. Biaya Perawatan Mesin Plong**

Dari pengumpulan dan pengolahan data, maka didapat waktu pemeliharaan preventif dan korektif sebagai berikut :

**Tabel 4.16 Data Waktu Pemeliharaan dan Biaya Down Time**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Jenis pemeliharaan | Waktu (jam/tahun) | Biaya Down time per jam |
| Pemeliharaan pencegahan | 9 | Rp 1.483.000,- |
| Pemeliharaan perbaikan | 13,8 |

*Sumber informasi dari data internal PT. Mekabox Internasional*

Dengan memasukkan ke dalam persamaan biaya perawatan, maka akan didapat :

Biaya Perawatan Pencegahan (C1i) = waktu rata-rata pemeliharaan pencegahan (W1i) x Biaya *down time*

C1i = 9 jam / 1th x Rp 1.483.000,- / jam

= Rp 13.347.000,- / 1th

Biaya perawatan perbaikan (C2i) = Waktu rata-rata pemeliharaan perbaikan (W2i) x Biaya *down time*

Biaya perawatan perbaikan = 13.8 jam / 1th x Rp 1.483.000,- / jam

= Rp20.465.400,- /1th

Total biaya perawatan mesin plong: (C1i) Mesin Plong + (C2i) Mesin Plong

Rp 13.347.000,- + Rp20.465.400,- = Rp 33.812.400,-/th

1. **Total Biaya Perawatan Perusahaan Pada Saat ini**

Total Biaya : Biaya perawatan mesin potong + biaya perawatan mesin tekuk + biaya perawatan mesin plong

C1 = Rp 77.708.800,- + Rp 63.823.360,- + Rp 33.812.400,-

= Rp 175.344.560,-

**4.2.2 Biaya Perawatan Dengan Metode Markov**

**4.2.2.1 Perhitungan Probabilitas Status**

Dalam menentukan probabilitas status akan ditentukan dahulu besarnya probabilitas transisi yang dapat dihitung dari proporsi jumlah yang masing-masing mengalami transisi status, selanjutnya dibentuk matrik transisi awal yang merupakan pemeliharaan yang dilakukan oleh perusahaan.

1. **Probabilitas Transisi Mesin Potong**

Dengan **Tabel 4.17 Probabilitas Transisi Mesin Potong**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Bulan/**  **Tahun** | **Status** | | | | | | | | | |
| **P11** | **P12** | **P13** | **P14** | **P22** | **P23** | **P24** | **P33** | **P34** | **P41** |
| Okt’ 11 | 2/3 | 0 | 0 | 1/3 | \* | \* | \* | 0 | 1/1 | \* |
| Nop’11 | 3/3 | 0 | 0 | 0 | \* | \* | \* | \* | \* | 1/1 |
| Des’11 | 3/3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1/1 | 0 | \* | \* | \* |
| Jan’12 | 2/3 | 1/3 | 0 | 0 | \* | \* | \* | 1/1 | 0 | \* |
| Peb’12 | 2/2 | 0 | 0 | 0 | 1/1 | 0 | 0 | \* | \* | 1/1 |
| Mar’12 | 2/3 | 1/3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1/1 | \* | \* | \* |
| Apr’12 | 3/3 | 0 | 0 | 0 | \* | \* | \* | \* | \* | 1/1 |
| Mei’12 | 3/3 | 0 | 0 | 0 | \* | \* | \* | 1/1 | 0 | \* |
| Juni’12 | 2/3 | 1/3 | 0 | 0 | 1/1 | 0 | 0 | \* | \* | \* |
| Juli’12 | 3/4 | 0 | 1/4 | 0 | \* | \* | \* | \* | \* | \* |
| Ags’12 | 2/3 | 1/3 | 0 | 0 | \* | \* | \* | 1/1 | 0 | \* |
| Sep’12 | 3/3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1/1 | 0 | \* | \* | \* |
| Jumlah | 10,1 | 1,32 | 0,24 | 0,324 | 2 | 1,6 | 1 | 3 | 1 | 3 |
| **Average** | **0, 841** | **0,111** | **0,02** | **0,027** | **0,40** | **0,40** | **0,200** | **0,750** | **0,25** | **1** |

*Sumber Informasi : Hasil Pengolahan Data Transisi dan Status Mesin Potong*

Berdasarkan tabel probabilitas transisi mesin potong diatas maka didapatkan nilai probabilitas dari kondisi mesin potong adalah:

1. Kondisi Baik

Kondisi baik ke kondisi baik : 0,84

Kondisi baik ke kondisi kerusakan ringan : 0,111

Kondisi baik ke kondisi kerusakan sedang : 0,02

Kondisi baik ke kondisi kerusakan berat : 0,027 +

Total : 1

2. Kondisi Rusak Ringan

Kondisi kerusakan ringan ke kondisi kerusakan ringan : 0,4

Kondisi kerusakan ringan ke kondisi kerusakan sedang : 0,4

Kondisi kerusakan ringan ke kondisi kerusakan berat : 0,2 +

Total : 1

3. Kondisi Rusak Sedang

Kondisi kerusakan sedang ke kondisi kerusakan sedang : 0,75

Kondisi kerusakan sedang ke kondisi kerusakan berat : 0,25 +

Total : 1

4. Kondisi Rusak Berat

Kondisi kerusakan berat ke kondisi baik : 1

Berdasarkan harga probabilitas transisi di atas, apabila dimasukkan ke dalam tabel matriks probabilitas maka akan didapatkan matriks transisi satu langkah mesin potong. Dimana, matrik transisi satu langkah ini merupakan pemeliharaan mesin potong yang dilakukan oleh perusahaan, yaitu:

**Tabel 4.18 Matrik Probabilitas Transisi Awal Mesin Potong**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **j**  **i** | **1** | **2** | **3** | **4** |
| **1**  **2**  **3**  **4** | 0,840  0  0  1 | 0,111  0,400  0  0 | 0,020  0,400  0,750  0 | 0,027  0,200  0,250  0 |

Berdasarkan tabel 4.18 diatas, maka probabilitas status jangka panjang dan dalam keadaan mapan (*steady state*) dapat dituliskan sebagai berikut:









Maka didapatkan persamaan sebagai berikut:

1. π1 + π2 + π3 + π4 = 1

2. 0,840 π1 + 0 + 0 + π4 = π1

3. 0,111π1 + 0,400 π2 + 0 + 0 = π2

4. 0,020π1 + 0,400 π2 + 0,750 π3 + 0 = π3

5. 0,027 π1 + 0,200 π2 + 0,250 π3 + 0 = π4

Penyelesaian persamaan diatas adalah:

2. 0,840 π1  + π4 = π1

π4 = π1 - 0,840 π1

π4 = 0,160 π1

3. 0,111π1 + 0,400 π2 = π2

0,111 π1= 0,600 π2

π2 = π1

π2 = 0,185 π1

4. 0,020π1 + 0,400 π2 + 0,750 π3 = π3

0,020π1 + 0,400(0,185) π1 + 0,750 π3 = π3

0,094 π1 = 0,250 π3

π3 = π1  = 0,376 π1

1. π1 + π2 + π3 + π4 = 1

π1 + 0,185π1 + 0,376π1 + 0,160 π1 = 1

1,721 π1 = 1

π1 = 0,58

π3 = π1  =  0,58 = 0,218

π2 = 0,185 π1 =0,185 x 0,58 = 0,107

π4= 0,160 π1 = 0,16 x 0,58 = 0,092

Sehingga diperoleh:

π1 = 0,581

π2 = 0,107

π3 = 0,218

π4 = 0,092 (hasil perhitungan sama dengan hasil pengolahan data menggunakan software WinQSb).

**2. Probabilitas Transisi Mesin Tekuk**

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

**Tabel 4.19 Probablilitas Transisi Mesin Tekuk**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Bulan/**  **Tahun** | **Status** | | | | | | | | | |
| **P11** | **P12** | **P13** | **P14** | **P22** | **P23** | **P24** | **P33** | **P34** | **P41** |
| Okt’ 11 | 3/3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1/1 | 0 | \* | \* | \* |
| Nop’11 | 2/3 | 1/3 | 0 | 0 | \* | \* | \* | 1/1 | 0 | \* |
| Des’11 | 2/2 | 0 | 0 | 0 | 1/1 | 0 | 0 | 1/1 | 0 | \* |
| Jan’12 | 2/3 | 1/3 | 0 | 0 | 1/1 | 0 | 0 | \* | \* | \* |
| Peb’12 | 3/3 | 0 | 0 | 0 | \* | \* | \* | 1/1 | 0 | \* |
| Mar’12 | 2/3 | 1/3 | 0 | 0 | 0 | 1/1 | 0 | \* | \* | \* |
| Apr’12 | 3/3 | 0 | 0 | 0 | \* | \* | \* | 0 | 1/1 | \* |
| Mei’12 | 2/3 | 0 | 1/3 | 0 | 0 | 0 | 1/1 | \* | \* | \* |
| Juni’12 | 2/2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1/1 | \* | \* | \* |
| Juli’12 | 2/2 | 0 | 0 | 0 | \* | \* | \* | 1/1 | 0 | 1/1 |
| Ags’12 | 2/3 | 1/3 | 0 | 0 | \* | \* | \* | 0 | 1/1 | \* |
| Sep’12 | 2/3 | 0 | 0 | 1/3 | 0 | 1/1 | 0 | \* | \* | \* |
| Jumlah | 10 | 1,32 | 0,24 | 0,24 | 1,96 | 3 | 2 | 4 | 2 | 1 |
| **Average** | **0,835** | **0,111** | **0,027** | **0,027** | **0,28** | **0,428** | **0,28** | **0,66** | **0,33** | **1** |

*Sumber Informasi : Hasil Pengolahan Data Transisi dan Status Mesin Tekuk*

Berdasarkan tabel probabilitas transisi mesin tekuk diatas maka didapatkan nilai probabilitas dari kondisi mesin tekuk adalah:

1. Kondisi Baik

Kondisi baik ke kondisi baik : 0,835

Kondisi baik ke kondisi kerusakan ringan : 0,111

Kondisi baik ke kondisi kerusakan sedang : 0,027

Kondisi baik ke kondisi kerusakan berat : 0,027 +

Total : 1

2. Kondisi Rusak Ringan

Kondisi kerusakan ringan ke kondisi kerusakan ringan : 0,286

Kondisi kerusakan ringan ke kondisi kerusakan sedang : 0,428

Kondisi kerusakan ringan ke kondisi kerusakan berat : 0,286 +

Total : 1

3. Kondisi Rusak Sedang

Kondisi kerusakan sedang ke kondisi kerusakan sedang : 0,667

Kondisi kerusakan sedang ke kondisi kerusakan berat : 0,333 +

Total : 1

4. Kondisi Rusak Berat

Kondisi kerusakan berat ke kondisi baik : 1

Berdasarkan harga probabilitas transisi di atas, apabila dimasukkan ke dalam tabel matriks probabilitas maka akan didapatkan matriks transisi satu langkah mesin tekuk. Dimana, matrik transisi satu langkah ini merupakan pemeliharaan mesin tekuk yang dilakukan oleh perusahaan, yaitu:

**Tabel 4.20 Matrik Probabilitas Transisi Awal Mesin Tekuk**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **j**  **i** | **1** | **2** | **3** | **4** |
| **1**  **2**  **3**  **4** | 0,833  0  0  1 | 0,110  0,286  0  0 | 0,027  0,428  0,667  0 | 0,027  0,286  0,333  0 |

Berdasarkan tabel 4.20 diatas, maka probabilitas status jangka panjang dan dalam keadaan mapan (*steady state*) dapat dituliskan sebagai berikut:









maka didapatkan persamaan sebagai berikut:

1. π1 + π2 + π3 + π4 = 1

2. 0,833 π1 + 0 + 0 + π4 = π1

3. 0,110π1 + 0,286 π2 + 0 + 0 = π2

4. 0,027π1 + 0,428 π2 + 0,667 π3 + 0 = π3

5. 0,027 π1 + 0,286π2 + 0,333 π3 + 0 = π4

Sehingga diperoleh:

π1 = 0,625 π2 = 0,096 π3 = 0,174 π4 = 0,105

**3. Probabilitas Transisi Mesin Plong**

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

**Tabel 4.21 Probablilitas Transisi Mesin Plong**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Bulan/ Tahun** | **Status** | | | | | | | | | |
| **P11** | **P12** | **P13** | **P14** | **P22** | **P23** | **P24** | **P33** | **P34** | **P41** |
| Okt’ 11 | 2/3 | 0 | 0 | 1/3 | \* | \* | \* | \* | \* | \* |
| Nop’11 | 2/2 | 0 | 0 | 0 | \* | \* | \* | 1/1 | 0 | \* |
| Des’11 | 1/2 | 0 | ½ | 0 | \* | \* | \* | 0 | 1/1 | \* |
| Jan’12 | 1/1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1/1 | 0 | \* | \* | 1/1 |
| Peb’12 | 1/1 | 0 | 0 | 0 | 1/1 | 0 | 0 | 1/1 | 0 | \* |
| Mar’12 | 2/2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1/1 | 0 | \* | \* | \* |
| Apr’12 | 0 | 1/1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1/1 | 1/1 | 0 | \* |
| Mei’12 | 2/2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1/1 | 0 | \* | \* | \* |
| Juni’12 | 1/1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1/1 | 0 | 1/1 | 0 | \* |
| Juli’12 | 1/1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1/1 | 0 | 1/1 | \* |
| Ags’12 | 2/2 | 0 | 0 | 0 | 1/1 | 0 | 0 | \* | \* | \* |
| Sep’12 | 2/2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1/1 | 0 | \* | \* | \* |
| Jumlah | 9,12 | 0,96 | 0,48 | 0,24 | 1,98 | 4,95 | 1,98 | 3,96 | 1,98 | 1 |
| **Average** | **0,76** | **0,08** | **0,04** | **0,02** | **0,22** | **0,56** | **0,22** | **0,67** | **0,33** | **1** |

*Sumber Informasi : Hasil Pengolahan Data Transisi dan Status Mesin plong*

Berdasarkan tabel probabilitas transisi mesin plong diatas maka didapatkan nilai probabilitas dari kondisi mesin plong adalah:

1. Kondisi Baik

Kondisi baik ke kondisi baik : 0,76

Kondisi baik ke kondisi kerusakan ringan : 0,08

Kondisi baik ke kondisi kerusakan sedang : 0,04

Kondisi baik ke kondisi kerusakan berat : 0,02 +

Total : 1

2. Kondisi Rusak Ringan

Kondisi kerusakan ringan ke kondisi kerusakan ringan : 0,22

Kondisi kerusakan ringan ke kondisi kerusakan sedang : 0,56

Kondisi kerusakan ringan ke kondisi kerusakan berat : 0,22 +

Total : 1

3. Kondisi Rusak Sedang

Kondisi kerusakan sedang ke kondisi kerusakan sedang : 0,67

Kondisi kerusakan sedang ke kondisi kerusakan berat : 0,33 +

Total : 1

4. Kondisi Rusak Berat

Kondisi kerusakan berat ke kondisi baik : 1

Berdasarkan harga probabilitas transisi di atas, apabila dimasukkan ke dalam tabel matriks probabilitas maka akan didapatkan matriks transisi satu langkah mesin plong. Dimana, matrik transisi satu langkah ini merupakan pemeliharaan mesin plong yang dilakukan oleh perusahaan, yaitu:

**Tabel 4.22 Matrik Probabilitas Transisi Awal Mesin Plong**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **j**  **i** | **1** | **2** | **3** | **4** |
| **1**  **2**  **3**  **4** | 0,76  0  0  1 | 0,08  0,22  0  0 | 0,04  0,55  0,67  0 | 0,02  0,22  0,33  0 |

Berdasarkan tabel 4.22 diatas, maka probabilitas status jangka panjang dan dalam keadaan mapan (*steady state*) dapat dituliskan sebagai berikut:









Maka didapatkan persamaan sebagai berikut:

1. π1 + π2 + π3 + π4 = 1

2. 0,76 π1 + 0 + 0 + π4 = π1

3. 0,08π1 + 0,22 π2 + 0 + 0 = π2

4. 0,04π1 + 0,56 π2 + 0,67 π3 + 0 = π3

5. 0,02 π1 + 0,22π2 + 0,33 π3 + 0 = π4

Sehingga diperoleh:

π1 = 0,609 π2 = 0,064 π3 = 0,182 π4 = 0,144

**4.2.2.2 Perencanaan Pemeliharaan Usulan pada Mesin Potong**

Empat usulan perencanaan pemeliharaan mesin yang didapat dari perubahan matrik transisi awal adalah sebagai berikut :

1. Pemeliharaan korektif pada status 4 dan pemeliharaan pencegahan di status 3.

**Tabel 4.23 Matrik Probabilitas Transisi Usulan 1 pada Mesin Potong**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **j**  **i** | **1** | **2** | **3** | **4** |
| **1**  **2**  **3**  **4** | 0,840  0  0  1 | 0,111  0,400  1  0 | 0,020  0,400  0  0 | 0,027  0,200  0  0 |

Berdasarkan tabel 4.23 diatas, maka probabilitas status jangka panjang dan dalam keadaan mapan (*steady state*) dapat dituliskan sebagai berikut:









Maka didapatkan persamaan sebagai berikut:

1. π1 + π2 + π3 + π4 = 1

2. 0,840 π1 + 0 + 0 + π4 = π1

3. 0,111π1 + 0,400 π2 + π3 + 0 = π2

4. 0,020π1 + 0,400 π2 + 0+ 0 = π3

5. 0,027 π1 + 0,200 π2 + 0 + 0 = π4

Penyelesaian persamaan diatas adalah:

2. 0,840 π1 + π4 = π1

π4 = 0,160 π1

5. 0,027π1 + 0,200 π2 = 0,160 π1

π2 = π1

π2 = 0,665 π1

4. 0,020π1 + 0,400 π2 = π3

0,020π1 + 0,400(0,665)π1 = π3

0,286 π1 = π3

1. π1 + π2 + π3 + π4 = 1

π1 + 0,665 π1 + 0,286 π1 + 0,160 π1 = 1

2,111 π1 = 1

π1 = 

π1 = 0,473

Sehingga diperoleh:

π1 = 0,473; π2 = 0,314; π3 = 0,135; π4 = 0,075

1. Pemeliharaan korektif pada status 3 dan 4 serta pemeliharaan pencegahan pada status 2.

**Tabel 4.24 Matrik Probabilitas Transisi Usulan 2 Pada Mesin Potong**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **j**  **i** | **1** | **2** | **3** | **4** |
| **1**  **2**  **3**  **4** | 0,840  1  1  1 | 0,111  0  0  0 | 0,020  0  0  0 | 0,027  0  0  0 |

Berdasarkan tabel 4.24 diatas, maka probabilitas status jangka panjang dan dalam keadaan mapan (*steady state*) dapat dituliskan sebagai berikut:









Maka didapatkan persamaan sebagai berikut:

1. π1 + π2 + π3 + π4 = 1

2. 0,840 π1 + π2 + π3 + π4 = π1

3. 0,111π1 + 0+ 0 + 0 = π2

4. 0,020π1 + 0+ 0+ 0 = π3

5. 0,027 π1 + 0+ 0 + 0 = π4

Penyelesaian persamaan diatas adalah:

1. 0,111π1 = π2
2. 0,020π1 = π3
3. 0,027 π1 = π4

π1 + π2 + π3 + π4 = 1

π1 + 0,111π1 + 0,020π1 + 0,027 π1 = 1

1,158 π1 = 1

π1 = 

π1 = 0,863

Sehingga diperoleh:

π1 = 0,863; π2 = 0,095; π3 = 0,017; π4 = 0,023

1. Pemeliharaan korektif pada status 4 dan pemeliharaan pencegahan pada status 2 dan 3.

**Tabel 4.25 Matrik Probabilitas Transisi Usulan 3 Pada Mesin Potong**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **j**  **i** | **1** | **2** | **3** | **4** |
| **1**  **2**  **3**  **4** | 0,840  1  0  1 | 0,111  0  1  0 | 0,020  0  0  0 | 0,027  0  0  0 |

Berdasarkan tabel 4.25 diatas, maka probabilitas status jangka panjang dan dalam keadaan mapan (*steady state*) dapat dituliskan sebagai berikut:









Maka didapatkan persamaan sebagai berikut:

1. π1 + π2 + π3 + π4 = 1

2. 0,840 π1 + π2 + 0 + π4 = π1

3. 0,111π1 + 0+ π3 + 0 = π2

4. 0,020π1 + 0+ 0+ 0 = π3

5. 0,027 π1 + 0+ 0 + 0 = π4

Penyelesaian persamaan diatas adalah:

4. 0,020π1 = π3

5. 0,027 π1 = π4

3. 0,111π1 + π3 = π2

0,111π1 + 0,020π1 = π2

0,131π1 = π2

1. π1 + π2 + π3 + π4 = 1

π1 + 0,131π1 + 0,020π1 + 0,027 π1 = 1

1,178 π1 = 1

π1 = 

π1 = 0,848

Sehingga diperoleh:

π1 = 0,848; π2 = 0,111; π3 = 0,016; π4 = 0,022

1. Pemeliharaan korektif pada status 3 dan 4.

**Tabel 4.26 Matrik Probabilitas Transisi Usulan 4 Pada Mesin Potong**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **j**  **i** | **1** | **2** | **3** | **4** |
| **1**  **2**  **3**  **4** | 0,840  0  1  1 | 0,111  0,400  0  0 | 0,020  0,400  0  0 | 0,027  0,200  0  0 |

Berdasarkan tabel 4.26 diatas, maka probabilitas status jangka panjang dan dalam keadaan mapan (*steady state*) dapat dituliskan sebagai berikut:









Maka didapatkan persamaan sebagai berikut:

1. π1 + π2 + π3 + π4 = 1

2. 0,840 π1 + 0 + π3 + π4 = π1

3. 0,111π1 + 0,400 π2 + 0 + 0 = π2

4. 0,020π1 + 0,400 π2 + 0+ 0 = π3

5. 0,027 π1 + 0,200 π2 + 0 + 0 = π4

Penyelesaian persamaan diatas adalah:

3. 0,111π1 + 0,400 π2 = π2

0,111π1 = 0,600 π2

π2 = π1

π2 = 0,185 π1

4. 0,020π1 + 0,400 π2 = π3

0,020π1 + 0,400(0,185) π1 = π3

0,094 π1 = π3

5. 0,111 π1 + 0,200 π2 = π4

0,111π1 + 0,200(0,185) π1 = π4

π4 = 0,064 π1

1. π1 + π2 + π3 + π4 = 1

π1 + 0,185 π1 + 0,094 π1 + 0,064 π1 = 1

1,343 π1 = 1

π1 = 

π1 = 0,744

Sehingga diperoleh:

π1 = 0,744; π2 = 0,137; π3 = 0,069; π4 = 0,047

**4.2.2.3. Perencanaan Pemeliharaan Usulan pada Mesin Tekuk**

Empat usulan perencanaan pemeliharaan mesin yang didapat dari perubahan matrik transisi awal adalah sebagai berikut :

1. Pemeliharaan korektif pada status 4 dan pemeliharaan pencegahan status 3.

**Tabel 4.27 Matrik Probabilitas Transisi Usulan 1 Mesin Tekuk**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **j**  **i** | **1** | **2** | **3** | **4** |
| **1**  **2**  **3**  **4** | 0,833  0  0  1 | 0,110  0,286  1  0 | 0,027  0,428  0  0 | 0,027  0,286  0  0 |

Berdasarkan tabel 4.27 diatas, maka probabilitas status jangka panjang dan dalam keadaan mapan (*steady state*) dapat dituliskan sebagai berikut:









Maka didapatkan persamaan sebagai berikut:

1. π1 + π2 + π3 + π4 = 1

2. 0,833 π1 + 0 + 0 + π4 = π1

3. 0,110π1 + 0,286 π2 + π3 + 0 = π2

4. 0,027π1 + 0,428 π2 + 0+ 0 = π3

5. 0,027 π1 + 0,286π2 + 0+ 0 = π4

Sehingga diperoleh:

π1 = 0,528; π2 = 0,258; π3 = 0,124; π4 = 0,088

1. Pemeliharaan korektif pada status 3 dan 4 serta pemeliharaan pencegahan pada status 2.

**Tabel 4.28 Matrik Probabilitas Transisi Usulan 2 pada Mesin Tekuk**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **j**  **i** | **1** | **2** | **3** | **4** |
| **1**  **2**  **3**  **4** | 0,833  1  1  1 | 0,110  0  0  0 | 0,027  0  0  0 | 0,027  0  0  0 |

Berdasarkan tabel 4.28 diatas, maka probabilitas status jangka panjang dan dalam keadaan mapan (*steady state*) dapat dituliskan sebagai berikut:









Maka didapatkan persamaan sebagai berikut:

1. π1 + π2 + π3 + π4 = 1

2. 0,833 π1 + π2 + π3 + π4 = π1

3. 0,110π1 + 0 + 0 + 0 = π2

4. 0,027π1 + 0+ 0+ 0 = π3

5. 0,027 π1 + 0+ 0+ 0 = π4

Sehingga diperoleh:

π1 = 0,859 π2 = 0,094 π3 = 0,023 π4 = 0,023

1. Pemeliharaan korektif pada status 4 dan pemeliharaan pencegahan pada status 2 dan 3.

**Tabel 4.29 Matrik Probabilitas Transisi Usulan 3 pada Mesin Tekuk**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **j**  **i** | **1** | **2** | **3** | **4** |
| **1**  **2**  **3**  **4** | 0,833  1  0  1 | 0,110  0  1  0 | 0,027  0  0  0 | 0,027  0  0  0 |

Berdasarkan tabel 4.29 diatas, maka probabilitas status jangka panjang dan dalam keadaan mapan (*steady state*) dapat dituliskan sebagai berikut:









Maka didapatkan persamaan sebagai berikut:

1. π1 + π2 + π3 + π4 = 1

2. 0,833 π1 + π2 + 0 + π4 = π1

3. 0,110π1 + 0 + π3 + 0 = π2

4. 0,027π1 + 0+ 0+ 0 = π3

5. 0,027 π1 + 0+ 0+ 0 = π4

Sehingga diperoleh:

π1 = 0,839 π2 = 0,114 π3 = 0,022 π4 = 0,022

1. Pemeliharaan korektif pada status 3 dan 4.

**Tabel 4.30 Matrik Probabilitas Transisi Usulan 4 pada Mesin Tekuk**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **j**  **i** | **1** | **2** | **3** | **4** |
| **1**  **2**  **3**  **4** | 0,833  0  1  1 | 0,110  0,286  0  0 | 0,027  0,428  0  0 | 0,027  0,286  0  0 |

Berdasarkan tabel 4.30 diatas, maka probabilitas status jangka panjang dan dalam keadaan mapan (*steady state*) dapat dituliskan sebagai berikut:









Maka didapatkan persamaan sebagai berikut:

1. π1 + π2 + π3 + π4 = 1

2. 0,833 π1 + 0 + π3 + π4 = π1

3. 0,110π1 + 0,286 π2 + 0 + 0 = π2

4. 0,027π1 + 0,428 π2 + 0+ 0 = π3

5. 0,027 π1 + 0,286π2 + 0+ 0 = π4

Sehingga diperoleh:

π1 = 0,759 π2 = 0,116 π3 = 0,069 π4 = 0,053

**4.2.2.4. Perencanaan Pemeliharaan Usulan pada Mesin Plong**

1. Pemeliharaan korektif pada status 4 dan pemeliharaan pencegahan di status 3

**Tabel 4.31 Matrik Probabilitas Transisi Usulan 1 pada Mesin Plong**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **j**  **i** | **1** | **2** | **3** | **4** |
| **1**  **2**  **3**  **4** | 0,763  0  0  1 | 0,083  0,222  1  0 | 0,041  0,555  0  0 | 0,027  0,222  0  0 |

Berdasarkan tabel 4.31 diatas, maka probabilitas status jangka panjang dan dalam keadaan mapan (*steady state*) dapat dituliskan sebagai berikut:









Maka didapatkan persamaan sebagai berikut:

1. π1 + π2 + π3 + π4 = 1

2. 0,763 π1 + 0 + 0 + π4 = π1

3. 0,083π1 + 0,222 π2 + π3 + 0 = π2

4. 0,041π1 + 0,555 π2 + 0+ 0 = π3

5. 0,027 π1 + 0,222π2 + 0+ 0 = π4

Sehingga diperoleh:

π1 = 0,257; π2 = 0,242; π3 = 0,436 ; π4 = 0,060

1. Pemeliharaan korektif pada status 3 dan 4 serta pemeliharaan pencegahan pada status 2.

**Tabel 4.32 Matrik Probabilitas Transisi Usulan 2 pada Mesin Plong**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **j**  **i** | **1** | **2** | **3** | **4** |
| **1**  **2**  **3**  **4** | 0,763  1  1  1 | 0,083  0  0  0 | 0,041  0  0  0 | 0,027  0  0  0 |

Berdasarkan tabel 4.32 diatas, maka probabilitas status jangka panjang dan dalam keadaan mapan (*steady state*) dapat dituliskan sebagai berikut:









Maka didapatkan persamaan sebagai berikut:

1. π1 + π2 + π3 + π4 = 1

2. 0,763 π1 + π2 + π3 + π4 = π1

3. 0,083π1 + 0+ 0 + 0 = π2

4. 0,041π1 + 0+ 0+ 0 = π3

5. 0,027 π1 + 0+ 0+ 0 = π4

Sehingga diperoleh:

π1 = 0,868; π2 = 0,072; π3 = 0,035; π4 = 0,025

1. Pemeliharaan korektif pada status 4 dan pemeliharaan pencegahan pada status 2 dan 3.

**Tabel 4.33 Matrik Probabilitas Transisi Usulan 3 pada Mesin Plong**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **j**  **i** | **1** | **2** | **3** | **4** |
| **1**  **2**  **3**  **4** | 0,763  1  0  1 | 0,083  0  1  0 | 0,041  0  0  0 | 0,027  0  0  0 |

Berdasarkan tabel 4.33 diatas, maka probabilitas status jangka panjang dan dalam keadaan mapan (*steady state*) dapat dituliskan sebagai berikut:









Maka didapatkan persamaan sebagai berikut:

1. π1 + π2 + π3 + π4 = 1

2. 0,763 π1 + π2 + 0 + π4 = π1

3. 0,083π1 + 0+ π3 + 0 = π2

4. 0,041π1 + 0+ 0+ 0 = π3

5. 0,027 π1 + 0+ 0+ 0 = π4

Sehingga diperoleh:

π1 = 0,838; π2 = 0,103; π3 = 0,034 ; π4 = 0,022

1. Pemeliharaan korektif pada status 3 dan 4.

**Tabel 4.34 Matrik Probabilitas Transisi Usulan 4 pada Mesin Plong**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **j**  **i** | **1** | **2** | **3** | **4** |
| **1**  **2**  **3**  **4** | 0,763  0  1  1 | 0,083  0,222  0  0 | 0,041  0,555  0  0 | 0,027  0,222  0  0 |

Berdasarkan tabel 4.34 diatas, maka probabilitas status jangka panjang dan dalam keadaan mapan (*steady state*) dapat dituliskan sebagai berikut:









Maka didapatkan persamaan sebagai berikut:

1. π1  + π2 + π3 + π4 = 1

2. 0,763 π1 + 0 + π3 + π4 = π1

3. 0,083π1 + 0,222 π2 + 0 + 0 = π2

4. 0,041π1 + 0,555 π2 + 0+ 0 = π3

5. 0,027 π1 + 0,222π2 + 0+ 0 = π4

Sehingga diperoleh:

π1 = 0,796; π2 = 0,084; π3 = 0,078; π4 = 0,039

**4.2.3 Probabilitas Status Mesin pada Keadaan *Steady State***

Berdasarkan analisa di atas, probabilitas terjadinya kerusakan sedang dan kerusakan berat dalam keadaan mapan (*steady state*) untuk jangka panjang pada setiap mesin (item) adalah sebagai berikut :

**1. Mesin Potong**

**Tabel 4.35 Probabilitas Status Mesin Potong**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Kegiatan**  **Pemeliharaan** | **Probabilitas** | | | |
| **Baik (π1)** | **Kerusakan**  **Ringan (π2)** | **Kerusakan**  **Sedang (π3)** | **Kerusakan**  **Berat (π4)** |
| P0  P1  P2  P3  P4 | 0,581  0,473  0,863  0,848  0,744 | 0,107  0,314  0,095  0,111  0,137 | 0,218  0,135  0,017  0,016  0,069 | 0,092  0,075  0,023  0,022  0,047 |

*Sumber Informasi: Pengolahan dari data Probabilitas Staus Usulan Pemeliharaan Mesin Potong*

Berdasarkan Tabel 4.35, informasi yang diperoleh antara lain:

a. Pada kegiatan pemeliharaan yang dilakukan oleh perusahaan (P0), probabilitas mesin dalam kondisi baik sebesar 58,1%; kondisi kerusakan ringan sebesar 10,7%; kondisi kerusakan sedang sebesar 21,8%; dan kondisi kerusakan berat sebesar 9,2%.

b. Pada kegiatan pemeliharaan usulan 1 (P1), probabilitas mesin dalam kondisi baik sebesar 47,3%; kondisi kerusakan ringan sebesar 31,4%; kondisi kerusakan sedang sebesar 13,5%; dan kondisi kerusakan berat sebesar 7,5%.

c. Pada kegiatan pemeliharaan usulan 2 (P2), probabilitas mesin dalam kondisi baik sebesar 86,3%; kondisi kerusakan ringan sebesar 9,5%; kondisi kerusakan sedang sebesar 1,7%; dan kondisi kerusakan berat sebesar 2,3%.

d. Pada kegiatan pemeliharaan usulan 3 (P3), probabilitas mesin dalam kondisi baik sebesar 84,8%; kondisi kerusakan ringan sebesar 11,1%; kondisi kerusakan sedang sebesar 1,6%; dan kondisi kerusakan berat sebesar 2,2%.

e. Pada kegiatan pemeliharaan usulan 4 (P4), probabilitas mesin dalam kondisi baik sebesar 74,4%; kondisi kerusakan ringan sebesar 13,7%; kondisi kerusakan sedang sebesar 6,9%; dan kondisi kerusakan berat sebesar 4,7%.

**2. Mesin Tekuk**

**Tabel 4.36 Probabilitas Status Mesin Tekuk**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Kegiatan**  **Pemeliharaan** | **Probabilitas** | | | |
| **Baik (π1)** | **Kerusakan**  **Ringan (π2)** | **Kerusakan**  **Sedang (π3)** | **Kerusakan**  **Berat (π4)** |
| P0  P1  P2  P3  P4 | 0,625  0,528  0,859  0,839  0,659 | 0,096  0,258  0,094  0,114  0,096 | 0,174  0,124  0,023  0,022  0,119 | 0,105  0,088  0,023  0,022  0,119 |

*Sumber Informasi: Pengolahan dari data Probabilitas Staus Usulan Pemeliharaan Mesin Tekuk*

Berdasarkan Tabel 4.36, informasi yang diperoleh antara lain:

a. Pada kegiatan pemeliharaan yang dilakukan oleh perusahaan (P0), probabilitas mesin dalam kondisi baik sebesar 62,5%; kondisi kerusakan ringan sebesar 9,6%; kondisi kerusakan sedang sebesar 17,4%; dan kondisi kerusakan berat sebesar 10,5%.

b. Pada kegiatan pemeliharaan usulan 1 (P1), probabilitas mesin dalam kondisi baik sebesar 52,8%; kondisi kerusakan ringan sebesar 25,8%; kondisi kerusakan sedang sebesar 12,4%; dan kondisi kerusakan berat sebesar 8,8%.

c. Pada kegiatan pemeliharaan usulan 2 (P2), probabilitas mesin dalam kondisi baik sebesar 85,9%; kondisi kerusakan ringan sebesar 9,4%; kondisi kerusakan sedang sebesar 2,3%; dan kondisi kerusakan berat sebesar 2,3%.

d. Pada kegiatan pemeliharaan usulan 3 (P3), probabilitas mesin dalam kondisi baik sebesar 83,9%; kondisi kerusakan ringan sebesar 11,4%; kondisi kerusakan sedang sebesar 2,2%; dan kondisi kerusakan berat sebesar 2,2%.

e. Pada kegiatan pemeliharaan usulan 4 (P4), probabilitas mesin dalam kondisi baik sebesar 65,9%; kondisi kerusakan ringan sebesar 9,6%; kondisi kerusakan sedang sebesar 11,9%; dan kondisi kerusakan berat sebesar 11,9%.

**3. Mesin Plong**

**Tabel 37. Probabilitas Status Mesin Plong**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Kegiatan**  **Pemeliharaan** | **Probabilitas** | | | |
| **Baik (π1)** | **Kerusakan**  **Ringan (π2)** | **Kerusakan**  **Sedang (π3)** | **Kerusakan**  **Berat (π4)** |
| P0  P1  P2  P3  P4 | 0,609  0,257  0,868  0,838  0,796 | 0,064  0,242  0,072  0,103  0,084 | 0,182  0,436  0,035  0,034  0,078 | 0,144  0,060  0,025  0,022  0,039 |

*Sumber Informasi: Pengolahan dari data Probabilitas Staus Usulan Pemeliharaan Mesin Plong*

Berdasarkan Tabel 4.37, informasi yang diperoleh antara lain:

a. Pada kegiatan pemeliharaan yang dilakukan oleh perusahaan (P0), probabilitas mesin dalam kondisi baik sebesar 60,9%; kondisi kerusakan ringan sebesar 6,4%; kondisi kerusakan sedang sebesar 18,2%; dan kondisi kerusakan berat sebesar 14,4%.

b. Pada kegiatan pemeliharaan usulan 1 (P1), probabilitas mesin dalam kondisi baik sebesar 25,7%; kondisi kerusakan ringan sebesar 24,2%; kondisi kerusakan sedang sebesar 43,6%; dan kondisi kerusakan berat sebesar 6%.

c. Pada kegiatan pemeliharaan usulan 2 (P2), probabilitas mesin dalam kondisi baik sebesar 86,8%; kondisi kerusakan ringan sebesar 7,2%; kondisi kerusakan sedang sebesar 3,5%; dan kondisi kerusakan berat sebesar 2,5%.

d. Pada kegiatan pemeliharaan usulan 3 (P3), probabilitas mesin dalam kondisi baik sebesar 83,8%; kondisi kerusakan ringan sebesar 10,3%; kondisi kerusakan sedang sebesar 3,4%; dan kondisi kerusakan berat sebesar 2,2%.

e. Pada kegiatan pemeliharaan usulan 4 (P4), probabilitas mesin dalam kondisi baik sebesar 79,6%; kondisi kerusakan ringan sebesar 8,4%; kondisi kerusakan sedang sebesar 7,8%; dan kondisi kerusakan berat sebesar 3,9%.

**4.2.4. Perhitungan Biaya Rata-rata Ekspektasi**

Dengan menitik beratkan pada biaya-biaya pemeliharaan pencegahan dan pemeliharaan korektif, maka didapatkan biaya-biaya pemeliharaan mesin untuk masing-masing mesin. Dan apabila dikalikan dengan probabilitas status dalam keadaan mapan (*steady state*) pada jangka panjang, maka didapat biaya rata-rata ekspektasi untuk masing-masing pemeliharaan. Dari keempat pemeliharaan mesin yang telah diusulkan dan 1 (satu) pemeliharaan mesin yang telah dilakukan oleh perusahaan akan dipilih perencanaan pemeliharaan mesin yang mempunyai biaya rata-rata ekspektasi termurah.

**4.2.4.1 Ekspektasi Biaya Perawatan Perusahaan Pada Kondisi Steady State**

Berdasarkan biaya pemeliharaan mesin, maka dapat dihitung biaya rata-rata ekspektasi untuk mesin potong**,** mesin tekuk,dan mesin plong adalah sebagai berikut :

1. **Mesin Potong**

Biaya Ekspektasi mesin potong = Biaya perawatan mesin potong *x* probabilitas di kondisi steady state

E1 = 0,609 (0) + 0,064 (0) + 0,182 (0) + 0,144 (Rp 77.708.800,-)

= Rp 11.190.067,-

1. **Mesin Tekuk**

Biaya Ekspektasi mesin Tekuk = Biaya perawatan mesin tekuk *x* probabilitas di kondisi steady state

E2 = 0,625 (0) + 0,096 (0) + 0,174 (0) + 0,105 (Rp Rp 63.823.360,-)

= Rp 6.701.452,-

1. **Mesin Plong**

Biaya Ekspektasi mesin Plong = Biaya perawatan mesin plong *x* probabilitas di kondisi steady state

E3 = 0,609 (0) + 0,064 (0) + 0,182 (0) + 0,144 (Rp 33.812.400,-)

= Rp 4.868.985,-

1. **Total Biaya Ekspektasi**

Total Biaya ekspektasi perusahaan tanpa menggunakan metode Markov adalah

E0 = Rp 11.190.067,- + Rp 6.701.452,- + Rp 4.868.985,-

= Rp 19.760.504,-

**4.2.4.2 Ekspektasi Biaya Perawatan Dengan Metode Markov**

**A. Biaya Rata-rata Ekspektasi Mesin potong**

Berdasarkan biaya pemeliharaan mesin perusahaan, maka dapat dihitung biaya rata-rata ekspektasi dengan metode Markov untuk Mesin potongsebagai berikut :

**Tabel 4.38 Biaya Pemeliharaan Mesin Potong**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No** | **Keputusan** | **Biaya Perawatan (Rp / thn)** |
| 1.  2 | Pemeliharaan pencegahan  Pemeliharaan korektif | 34.393.800  43.315.500 |

Sehingga didapatkan biaya rata-rata ekspektasi dengan pemeliharaan usulan sebagai berikut :

1. P1 (Pemeliharaan korektif pada status 4 dan pemeliharaan pencegahan pada status 3)

E = 0,473 (0) + 0,341 (0) + 0,135 (Rp 34.393.800,-) + 0,075 (Rp 43.315.500,-)

= Rp 7.891.825,-

1. P2 (Pemeliharaan korektif pada status 3 dan 4 serta pemeliharaan pencegahan pada status 2)

E = 0,863 (0) + 0,095 (Rp 34.393.800,-) + 0,017 (Rp 43.315.500,-) + 0,023 (Rp 43.315.500,-)

= Rp 5.000.020,-

1. P3 (Pemeliharaan korektif pada status 4 dan pemeliharaan pencegahan pada status 2 dan 3)

E = 0,848 (0) + 0,111 (Rp 34.393.800,-) + 0,016 (Rp 34.393.800,-) + 0,022 (Rp 43.315.500,-)

= Rp 5.320.953,-

P4 (Pemeliharaan korektif pada status 3 dan 4)

E = 0,744 (0) + 0,137 (0) + 0,069 (Rp 43.315.500,-) + 0,047 (Rp. 43.315.500,-)

= Rp 5.024.598 ,-

Dari perhitungan di atas didapat biaya rata-rata ekspektasi yang paling murah terletak pada pemeliharaan usulan P2 yaitu pemeliharaan korektif pada status 3 dan 4 serta pemeliharaan pencegahan pada status 2.

**B. Biaya Rata-rata Ekspektasi Mesin Tekuk**

**Tabel 4.39 Biaya Pemeliharaan Mesin Tekuk**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No** | **Keputusan** | **Biaya Perawatan (Rp / tahun)** |
| 1.  2. | Pemeliharaan pencegahan  Pemeliharaan korektif | 27.393.800  36.499.840 |

1. P1 (Pemeliharaan korektif pada status 4 dan pemeliharaan pencegahan pada status 3)

E = 0,528 (0) + 0,258 (0) + 0,124 (Rp 27.393.800,-) + 0,088

(Rp. 36.499.840,-)

= Rp 6.608.817,-

1. P2 (Pemeliharaan korektif pada status 3 dan 4 serta pemeliharaan pencegahan pada status 2)

E = 0,859 (0) + 0,094 (Rp 27.393.800,-) + 0,023 (Rp 36.499.840,-) + 0,023 (Rp. 36.499.840,-)

= Rp 4.254.010,-

1. P3 (Pemeliharaan korektif pada status 4 dan pemeliharaan pencegahan pada status 2 dan 3)

E = 0,839 (0) + 0,114 (Rp 27.393.800,-) + 0,022 (Rp 27.393.800,-) + 0,022 (Rp. 36.499.840,-)

= Rp 4.528.553,-

1. P4 (Pemeliharaan korektif pada status 3 dan 4)

E = 0,659 (0) + 0,096 (0) + 0,119 (Rp 36.499.840,-) + 0,119 (Rp. 36.499.840,-)

= Rp 8.686.961,-

Dari perhitungan di atas didapat biaya rata-rata ekspektasi yang paling murah terletak pada pemeliharaan usulan P2 yaitu pemeliharaan korektif pada status 3 dan 4 serta pemeliharaan pencegahan pada status 2.

**C. Biaya Rata-rata Ekspektasi Mesin Plong**

**Tabel 4.40 Biaya Pemeliharaan Mesin Plong**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No** | **Keputusan** | **Biaya Perawatan (Rp / tahun)** |
| 1.  2. | Pemeliharaan pencegahan  Pemeliharaan korektif | 13.347.000  20.465.400 |

1. P1 (Pemeliharaan korektif pada status 4 dan pemeliharaan pencegahan pada status 3)

E = 0,257 (0) + 0,242 (0) + 0,436 (Rp 13.347.000,-) + 0,060 (Rp. 20.465.400,-)

= Rp 7.047.216 ,-

1. P2 (Pemeliharaan korektif pada status 3 dan 4 serta pemeliharaan pencegahan pada status 2)

E = 0,868 (0) + 0,072 (Rp 13.347.000,-) + 0,035 (Rp 20.465.400,-) + 0,023 (Rp. 20.465.400,-)

= Rp 2.086.581,-

1. P3 (Pemeliharaan korektif pada status 4 dan pemeliharaan pencegahan pada status 2 dan 3)

E = 0,838 (0) + 0,103 (Rp 13.347.000,-) + 0,034 (Rp 13.347.000,-) + 0,022 (Rp. 20.465.400,-)

= Rp 2.278.779,-

1. P4 (Pemeliharaan korektif pada status 3 dan 4)

E = 0,796 (0) + 0,084 (0) + 0,078 (Rp 20.465.400,-) + 0,039 (Rp. 20.465.400,-)

= Rp 2.394.452,-

Dari perhitungan di atas didapat biaya rata-rata ekspektasi yang paling murah terletak pada pemeliharaan usulan P2 yaitu pemeliharaan korektif pada status 3 dan 4 serta pemeliharaan pencegahan pada status 2.

**D. Total Biaya ekspektasi perusahaan dengan menggunakan metode Markov**

E = Rp 5.000.020,- + Rp 4.254.010,- + Rp 2.086.581,-

= Rp 11.340.610,-

**4.2.3 Pembahasan**

**4.2.3.1 Biaya Ekspektasi Termurah**

Biaya-biaya pemeliharaan untuk masing-masing item apabila dikalikan dengan probabilitas status dalam keadaan mapan (*steady state*) pada jangka panjang, maka akan didapatkan biaya rata-rata ekspektasi (biaya rata-rata yang diharapkan) untuk masing-masing pemeliharaan. Dari keempat pemeliharaan mesin yang diusulkan dan 1 (satu) pemeliharaan mesin yang telah dilakukan oleh perusahaan akan dipilih perencanaan pemeliharaan mesin yang mempunyai biaya rata-rata ekspektasi termurah. Biaya rata-rata ekspektasi yang paling murah yang didapatkan dari hasil perhitungan adalah sebagai berikut :

Tabel 4.41 Ekspektasi Biaya Perawatan Masing-masing Mesin

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| no | Mesin | Ekspektasi Biaya Perawatan (Rp) | | | | |
| Po | P1 | P2 | P3 | P4 |
| 1 | Mesin Potong | 11.190.067 | 7.891.825 | 5.000.020 | 5.320.953 | 5.0249.598 |
| 2 | Mesin Tekuk | 6.701.452 | 6.608.817 | 4.524.010 | 4.528.553 | 8.686.961 |
| 3 | Mesin Plong | 4.868.985 | 7.047.216 | 2.086.581 | 2.278.779 | 2.394.452 |

*Sumber Informasi: Pengolahan dari data ekspektasi biaya Perawatan mesin*

Berdasarkan table 4.41 diatas dapat diolah menjadi diagram batang (Histogram) untuk mempermudah analisa.

**Gambar 4.1**

**Grafik Ekspektasi Biaya Pemeliharaan Masing-masing Mesin**

Keterangan :

P0 = Pemeliharaan mesin yang dilakukan oleh perusahaan.

P1 = Pemeliharaan korektif pada kondisi kerusakan berat dan pemeliharaan pencegahan pada kondisi kerusakan sedang.

P2 = Pemeliharaan korektif pada kondisi kerusakan sedang dan berat serta pemeliharaan pencegahan pada kondisi kerusakan ringan.

P3 = Pemeliharaan korektif pada kondisi kerusakan berat dan pemeliharaan pencegahan pada kondisi kerusakan ringan dan sedang.

P4 = Pemeliharaan korektif pada kondisi kerusakan sedang dan berat.

1. Untuk mesin Potong didapat biaya rata-rata ekspektasi sebesar Rp. 5.000.030,- yang terletak pada pemeliharaan usulan P2 yaitu pemeliharaan korektif pada status 3 dan 4 dan pemeliharaan pencegahan pada status 2.
2. Untuk mesin Tekuk didapat biaya rata-rata ekspektasi sebesar Rp. 2.254.010,- yang terletak pada pemeliharaan usulan P2 yaitu pemeliharaan korektif pada status 3 dan 4 serta pemeliharaan pencegahan pada status 2.
3. Untuk mesin Plong didapat biaya rata-rata ekspektasi sebesar Rp. 2.056.586,- yang terletak pada pemeliharaan usulan P2 yaitu pemeliharaan korektif pada status 3 dan 4 serta pemeliharaan pencegahan pada status 2.
4. **4.2.3.2 Penghematan Biaya Perawatan Mesin**
5. Penghematan dari biaya usulan perencanaan pemeliharaan mesin yang dipilih tiap-tiap item adalah :
6. 1. Mesin Potong
7. (Rp 11.190.067,-) – (Rp 5.000.030,-) = Rp 6.190.037,-
8. 
9. Biaya pemeliharaan awal Rp11.190.067,-
10. Biaya pemeliharaan usulan termurah Rp 5.000.030,-
11. Dari perhitungan biaya pemeliharaan awal – biaya pemeliharaan usulan termurah diperoleh biaya sebesar Rp 6.190.037,- = 55%, artinya terdapat penghematan sebesar Rp 6.190.037,-- atau 55%
12. 2. Mesin Tekuk
13. (Rp 6.701.452,-) – (Rp 4.254.010,-) = Rp 2.447.442,-
14. 
15. Biaya pemeliharaan awal Rp 6.701.452,-
16. Biaya pemeliharaan usulan termurah Rp 4.254.010,-
17. Dari perhitungan biaya pemeliharaan awal – biaya pemeliharaan usulan termurah diperoleh biaya sebesar Rp 2.447.442,- = 36 %, artinya terdapat penghematan sebesar Rp 2.447.442,- atau 36 %
18. 3. Mesin Plong
19. (Rp 4.868.985,-) – (Rp 2.086.581,-) = Rp 2.782.404,-
20. 
21. Biaya pemeliharaan awal Rp 4.868.985,-
22. Biaya pemeliharaan usulan termurah Rp 2.086.581,-
23. Dari perhitungan biaya pemeliharaan awal – biaya pemeliharaan usulan termurah diperoleh biaya sebesar Rp 2.782.404,- = 57 %, artinya terdapat penghematan sebesar Rp 2.782.404,- atau 57%

**DAFTAR PUSTAKA**

Andriani, D. P., Adnandy, R., & Maghlidah, S. T. (2019). *Peningkatan Kualitas Produk IKM Rotan Melalui Perancangan Produk Unggulan dengan Pendekatan Quality Function Deployment*. *June*, 2–3.

Delphi, M., & Rating, M. F. (2014). *Seminar Nasional IENACO 2014 ISSN: 2337-4349*. 474–483.

Ekonomi, J., Vol, K. S., Issn, O., & Issn, P. (2017). *2 1 ), 2 ) 3 )*. *1*(2).

Ge, Z., Chen, D., Zhang, J., Rao, J., Yin, J., Wang, D., Wan, X., Shi, W., & Liu, S. (2007). Facile synthesis of dumbbell-shaped dendritic-linear-dendritic triblock copolymer via reversible addition-fragmentation chain transfer polymerization. *Journal of Polymer Science, Part A: Polymer Chemistry*, *45*(8), 1432–1445. https://doi.org/10.1002/pola.21914

I.heryanto. (2015). Analisis pengaruh produk, harga, distribusi, dan promosi terhadap keputusan pembelian serta implikasinya pada kepuasan pelanggan. *Jurnal Ekonomi, Bisnis & Entrepreneurship*, *9*(2), 80–101. https://doi.org/2443-2121Heryanto, I. (2015). Analisis pengaruh produk, harga, distribusi, dan promosi terhadap keputusan pembelian serta implikasinya pada kepuasan pelanggan. Ekonomi, Bisnis & Entrepreneurship, 9(2), 80–101. http://doi.org/2443-2121

Kasan, A., & Yohanes, A. (2017). Improvement Produk Hammock Sleeping Bag dengan Metode QFD (Quality Function Deployment). *Dinamika Teknik*, *10(1)*, 40–49.

Lantu, D. C., Triady, M. S., Utami, A. F., & Ghazali, A. (2016). Pengembangan Model Peningkatan Daya Saing UMKM di Indonesia: Validasi Kuantitatif Model. *Jurnal Manajemen Teknologi*, *15*(1), 77–93. https://doi.org/10.12695/jmt.2016.15.1.6

Mufreni, A. N. (2016). Pengaruh Desain Produk, Bentuk Kemasan Dan Bahan Kemasan Terhadap Minat Beli Konsumen (Studi Kasus Teh Hijau Serbuk Tocha). *Ekonomi Manajemen*, *2*(November), 48–54. http://jurnal.unsil.ac.id/index.php/jem

Orshella, D. D., Inggit, F., & Asmoro, W. (2019). Penerapan QFD dan DFA pada. *Jurnal Media Teknik Dan Sistem Industri*, *3*(1), 22–29.

Ridwan, M., . H., & Hatuwe, M. (2014). Pembinaan Industri Kecil Dan Menengah Pada Dinas Perindustrian, Perdagangan, Koperasi Dan Umkm Kota Bontang. *Jurnal Administrative Reform (JAR)*, *2*(2), 187–199. http://e-journals.unmul.ac.id/index.php/JAR/article/download/510/463%0Ahttp://e-journals.unmul.ac.id/index.php/JAR/article/view/510/463

Saraswati, M. L., Pradhanawati, A., & Hidayat, W. (2015). Pengaruh Desain Produk, Kualitas Produk, dan Harga Terhadap Keputusan Pembelian Pada Kampung Batik Wiradesa, Kabupaten Pekalongan. *Jurnal Ilmu Administrasi Bisnis*, *4*(2), 137–146. https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jiab/article/view/8227

Suci, Y. R., Tinggi, S., & Ekonomi, I. (2017). Perkembangan UMKM (Usaha Mikro Kecil Menengah) di Indonesia. *Jurnal Ilmiah Fakultasi Ekonomi*, *6*(1), 51–58.

Swastha, B. (2002). Pengaruh Kualitas Produk Dan Harga Terhadap Keputusan Pembelian Produk Kosmetik Wardah Di Kota Bangkalan Madura. *Jurnal Ekonomi , Bisnis & Entrepreneurship*, *1*(1), 31–48.

Tedjasuksmana, B. (2014). Potret Umkm Indonesia Menghadapi Masyarakat Ekonomi Asean 2015. *The 7th NCFB and Doctoral Colloquium 2014 Towards a New Indonesia Business Architecture Business And Economic Transformation Towards AEC 2015*, 189–202.

Wahmuda, F., Produk, J. D., Teknologi, I., & Tama, A. (2015). *Pengembangan Desain Produk Dari Tongkol Jagung Berbasis Industri Kreatif*. 627–636.

Wibowo, D. H., Arifin, Z., & Sunarti, . (2015). Analisis Strategi Pemasaran Untuk Meningkatkan Daya Saing UMKM (Studi pada Batik Diajeng Solo). *Jurnal Administrasi Bisnis*, *29*(1), 59–66. http://administrasibisnis.studentjournal.ub.ac.id/index.php/jab/article/view/1172