

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Manajemen Perawatan

Pada umumnya sebuah produk yang dihasilkan oleh manusia, tidak ada yang tidak mungkin rusak, tetapi usia penggunaannya dapat diperpanjang dengan melakukan perbaikan yang dikenal dengan perawatan (Corder, Antony, K. Hadi, 1992). Perawatan adalah sebuah operasi atau aktivitas yang harus dilakukan secara berkala dengan tujuan untuk melakukan penggantian kerusakan peralatan. Perawatan juga ditujukan untuk mengembalikan suatu sistem pada kondisinya agar dapat berfungsi sebagaimana mestinya, memperpanjang usia kegunaan mesin, dan menekan *failure* sekecil mungkin. Perawatan mempunyai peranan penting dalam berlangsungnya kegiatan produksi, karena menyangkut kelancaran atau kemacetan produksi.

Perawatan mesin merupakan hal yang sering dipermasalahkan antara bagian *maintenance* dan bagian produksi. Karena bagian *maintenance* dianggap yang memboroskan biaya, sedang bagian produksi merasa yang merusakkan tetapi juga yang membuat uang. Masalah yang sering terjadi dalam suatu perusahaan bahwa kurang diperhatikannya aktivitas perawatan atau *maintenance*, sehingga terjadilah kegiatan perawatan yang tidak teratur. Kegiatan perawatan baru diperhatikan setelah mesin-mesin tersebut rusak dan tidak dapat berjalan sama sekali. Hendaknya kegiatan perawatan harus menjamin bahwa selama proses produksi berlangsung, tidak akan terjadi kemacetan yang disebabkan oleh rusaknya mesin atau fasilitas produksi.

Pada umumnya, semakin tingginya aktivitas perbaikan dalam sebuah sistem, kebutuhan akan manajemen dan pengendalian perawatan menjadi semakin penting. Menurut Sofyan Assauri (2004) perawatan adalah kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas/peralatan pabrik dan mengadakan perbaikan atau penggantian yang diperlukan, agar terdapat suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai dengan apa yang direncanakan. Dari beberapa pendapat di atas bahwa dapat disimpulkan bahwa kegiatan pemeliharaan dilakukan untuk merawat ataupun memperbaiki peralatan perusahaan agar dapat melaksanakan produksi dengan efektif dan efisien sesuai dengan pesanan yang telah direncanakan dengan hasil produk yang berkualitas.

2.1.2 Tujuan Perawatan

Menurut Daryus A, (2008) dalam bukunya “Manajemen Pemeliharaan Mesin”, Tujuan perawatan yang utama dapat didefinisikan sebagai berikut:

1. Untuk memperpanjang kegunaan aset.
2. Untuk menjamin ketersediaan optimum peralatan yang dipasang untuk produksi.
3. Untuk menjamin kesiapan operasional dari seluruh peralatan yang diperlukan dalam keadaan darurat setiap waktu.
4. Untuk menjamin keselamatan orang yang menggunakan sarana tersebut.

Sedangkan Menurut Sofyan Assauri, 2004, tujuan perawatan yaitu :

- a. Kemampuan produksi dapat memenuhi kebutuhan sesuai dengan rencana produksi.
- b. Menjaga kualitas pada tingkat yang tepat untuk memenuhi apa yang dibutuhkan oleh produk itu sendiri dan kegiatan produksi tidak terganggu.
- c. Mencapai tingkat biaya pemeliharaan serendah mungkin, dengan melaksanakan kegiatan perawatan secara efektif dan efisien.
- d. Menghindari kegiatan yang dapat membahayakan keselamatan para pekerja.
- e. Mengadakan suatu kerja sama yang erat dengan fungsi utama dari suatu perusahaan dalam rangka untuk mencapai tujuan utama perusahaan, yaitu tingkat keuntungan sebaik mungkin dan total biaya yang rendah.

2.1.3 Fungsi Perawatan

Menurut pendapat Agus Ahyari, (2002) fungsi perawatan adalah agar dapat memperpanjang umur ekonomis dari mesin dan peralatan produksi yang ada serta mengusahakan agar mesin dan peralatan produksi tersebut selalu dalam keadaan optimal dan siap pakai untuk pelaksanaan proses produksi.

Keuntungan yang akan diperoleh dengan adanya perawatan yang baik terhadap mesin, adalah sebagai berikut :

1. Mesin dan peralatan produksi yang ada dalam perusahaan yang bersangkutan akan dapat dipergunakan dalam jangka waktu panjang.
2. Pelaksanaan proses produksi dalam perusahaan yang bersangkutan berjalan dengan lancar.
3. Dapat menghindarkan diri atau dapat menekan sekecil mungkin terdapatnya kemungkinan kerusakan-kerusakan berat dari mesin dan peralatan produksi selama proses produksi berjalan.
4. Peralatan produksi yang digunakan dapat berjalan stabil dan baik, maka proses dan pengendalian kualitas proses harus dilaksanakan dengan baik pula.

5. Apabila mesin dan peralatan produksi berjalan dengan baik, maka penyerapan bahan baku dapat berjalan normal.
6. Dengan adanya kelancaran penggunaan mesin dan peralatan produksi dalam perusahaan, maka pembebanan mesin dan peralatan produksi yang ada semakin baik.

2.1.4 Kegiatan-kegiatan Perawatan

Kegiatan pemeliharaan dalam suatu perusahaan menurut Manahan P. Tampubolon, (2004) meliputi berbagai kegiatan sebagai berikut:

1) Inspeksi (*inspection*)

Kegiatan inspeksi meliputi kegiatan pengecekan atau pemeriksaan secara berkala dimana maksud kegiatan ini adalah untuk mengetahui apakah perusahaan selalu mempunyai peralatan atau fasilitas produksi yang baik untuk menjamin kelancaran proses produksi. Sehingga jika terjadinya kerusakan, maka segera diadakan perbaikan-perbaikan yang diperlukan sesuai dengan laporan hasil inspeksi dan berusaha untuk mencegah sebab-sebab timbulnya kerusakan dengan melihat sebab kerusakan yang diperoleh dari hasil inspeksi.

2) Kegiatan teknik (*engineering*)

Kegiatan ini meliputi kegiatan percobaan atas peralatan yang baru dibeli, dan kegiatan pengembangan peralatan yang perlu diganti, serta melakukan penelitian terhadap kemungkinan pengembangan tersebut. Dalam kegiatan inilah dilihat kemampuan untuk mengadakan perubahan dan perbaikan bagi perluasan dan kemajuan dari fasilitas atau peralatan perusahaan. Oleh karena itu kegiatan teknik ini sangat diperlukan terutama apabila dalam perbaikan mesin yang rusak tidak didapatkan atau diperoleh komponen yang sama dengan yang dibutuhkan.

3) Kegiatan produksi (*Production*)

Kegiatan ini merupakan kegiatan pemeliharaan yang sebenarnya, yaitu merawat, memperbaiki mesin dan peralatan. Secara fisik, melaksanakan pekerjaan yang disarankan atau yang diusulkan dalam kegiatan inspeksi dan teknik, melaksanakan kegiatan service dan pelumasan (*lubrication*). Kegiatan produksi ini dimaksudkan untuk itu diperlukan usaha-usaha perbaikan segera jika terdapat kerusakan pada peralatan.

4) Kegiatan administrasi (*Clerical Work*)

Pekerjaan administrasi ini merupakan kegiatan yang berhubungan dengan pencatatan mengenai biaya yang terjadi dalam melakukan pekerjaan pemeliharaan dan biaya yang berhubungan dengan kegiatan pemeliharaan, komponen (*spareparts*) yang dibutuhkan, laporan kemajuan (*progress report*) tentang apa yang telah dikerjakan, waktu dilakukannya inspeksi dan perbaikan, serta lamanya perbaikan tersebut, komponen (*spareparts*) yang tersedia di bagian pemeliharaan. Jadi dalam pencatatan ini termasuk penyusunan *planning* dan *scheduling*, yaitu rencana kapan suatu mesin harus dicek atau diperiksa, dilumasi atau di *service* dan di reparasi.

5) Pemeliharaan bangunan (*housekeeping*)

Kegiatan ini merupakan kegiatan untuk menjaga agar bangunan gedung tetap terpelihara dan terjamin kebersihannya.

2.1.5 Jenis – Jenis Perawatan

Secara umum, ditinjau dari saat pelaksanaan pekerjaan perawatan dikategorikan dalam dua cara (Corder, Antony, K. Hadi, 1992), yaitu :

1. Perawatan terencana (*planned maintenance*)
2. Perawatan tak terencana (*unplanned maintenance*)

1). Perawatan terencana (*planned maintenance*)

Perawatan terencana adalah perawatan yang dilakukan secara terorganisir untuk mengantisipasi kerusakan peralatan di waktu yang akan datang, pengendalian dan pencatatan sesuai dengan rencana yang telah ditentukan sebelumnya.

Menurut Corder, Antony, K. Hadi, (1992) Perawatan terencana dibagi menjadi dua aktivitas utama yaitu:

a. Pemeliharaan pencegahan (*Preventive Maintenance*)

Pemeliharaan pencegahan (*preventive maintenance*) adalah inspeksi periodik untuk mendeteksi kondisi yang mungkin menyebabkan produksi terhenti atau berkurangnya fungsi mesin dikombinasikan dengan pemeliharaan untuk menghilangkan, mengendalikan, kondisi tersebut dan mengembalikan mesin ke kondisi semula atau dengan kata lain deteksi dan penanganan diri kondisi abnormal mesin sebelum kondisi tersebut menyebabkan cacat atau kerugian.

Menurut Jay Heizer dan Barry Render, (2001) dalam bukunya “*Operations Management*” *preventive maintenance* adalah : “*A plan that involves routine inspections, servicing, and keeping facilities in good repair to prevent failure*”.

Artinya *preventive maintenance* adalah sebuah perencanaan yang memerlukan inspeksi rutin, pemeliharaan dan menjaga agar fasilitas dalam keadaan baik sehingga tidak terjadi kerusakan di masa yang akan datang. Ruang lingkup pekerjaan *preventive* termasuk : inspeksi, perbaikan kecil, pelumasan dan penyetelan, sehingga peralatan atau mesin-mesin selama beroperasi terhindar dari kerusakan.

Menurut Dhillon B.S, (2006) dalam bukunya "*maintainability, maintenance, and reliability for engineers*" ada 7 elemen dari pemeliharaan pencegahan (*preventive maintenance*) yaitu:

- a) Inspeksi : memeriksa secara berkala (*periodic*) bagian-bagian tertentu untuk dapat dipakai dengan membandingkan fisiknya, mesin, listrik, dan karakteristik lain untuk standar yang pasti,
- b) Kalibrasi : mendeteksi dan menyesuaikan setiap perbedaan dalam akurasi untuk material atau parameter perbandingan untuk standar yang pasti,
- c) Pengujian: pengujian secara berkala (*periodic*) untuk dapat menentukan pemakaian dan mendeteksi kerusakan mesin dan listrik,
- d) Penyesuaian: membuat penyesuaian secara periodik untuk unsur variabel tertentu untuk mencapai kinerja yang optimal,
- e) *Servicing*: pelumasan secara periodik, pengisian, pembersihan, dan seterusnya, bahan atau barang untuk mencegah terjadinya dari kegagalan baru jadi,
- f) Instalasi: mengganti secara berkala batas pemakaian barang atau siklus waktu pemakaian atau memakai untuk mempertahankan tingkat toleransi yang ditentukan,
- g) *Alignment*: membuat perubahan salah satu barang yang ditentukan elemen variabel untuk mencapai kinerja yang optimal.

b. Pemeliharaan korektif (*Corrective Maintenance*)

Pemeliharaan secara korektif (*corrective maintenance*) adalah pemeliharaan yang dilakukan secara berulang atau pemeliharaan yang dilakukan untuk memperbaiki suatu bagian (termasuk penyetelan dan reparasi) yang telah terhenti untuk memenuhi suatu kondisi yang bisa diterima. (Corder, Antony, K. Hadi, 1992). Pemeliharaan ini meliputi reparasi minor, terutama untuk rencana jangka pendek, yang mungkin timbul diantara pemeriksaan, juga *overhaul* terencana.

Menurut Jay Heizer dan Barry Reder, 2001 pemeliharaan korektif (*Corrective Maintenance*) adalah : "*Remedial maintenance that occurs when equipment fails and must be repaired on an emergency or priority basis*". Pemeliharaan ulang yang terjadi akibat peralatan yang rusak dan harus segera diperbaiki karena keadaan darurat atau karena merupakan sebuah prioritas utama.

Menurut Dhillon B.S, (2006) Biasanya, pemeliharaan korektif (*Corrective Maintenance*) adalah pemeliharaan yang tidak direncanakan, tindakan yang

memerlukan perhatian lebih yang harus ditambahkan, terintegrasi, atau menggantikan pekerjaan telah dijadwalkan sebelumnya. Dengan demikian, dalam pemeliharaan terencana yang harus diperhatikan adalah jadwal operasi pabrik, perencanaan pemeliharaan, sasaran perencanaan pemeliharaan, faktor-faktor yang diperhatikan dalam perencanaan pekerjaan pemeliharaan, sistem organisasi untuk perencanaan yang efektif, dan estimasi pekerjaan. (Daryus A, 2007). Jadi, pemeliharaan terencana merupakan pemakaian yang paling tepat mengurangi keadaan darurat dan waktu nganggur mesin. Adapun keuntungan lainnya yaitu:

- Pengurangan pemeliharaan darurat
- Pengurangan waktu nganggur
- Meningkatkan ketersediaan (*availability*) untuk produksi,
- Meningkatkan penggunaan tenaga kerja untuk pemeliharaan dan produksi,
- Memperpanjang waktu antara overhaul
- Pengurangan penggantian suku cadang, membantu pengendalian sediaan,
- Meningkatkan efisiensi mesin,
- Memberikan pengendalian anggaran dan biaya yang bisa diandalkan,
- Memberikan informasi untuk pertimbangan penggantian mesin.

2) Pemeliharaan tak terencana (*unplanned maintenance*)

Pemeliharaan tak terencana adalah pemeliharaan darurat, yang didefinisikan sebagai pemeliharaan dimana perlu segera dilaksanakan tindakan untuk mencegah akibat yang serius, misalnya hilangnya produksi, kerusakan besar pada peralatan, atau untuk keselamatan kerja. (Corder, Antony, K. Hadi, 1992).

Pada umumnya sistem pemeliharaan merupakan metode tak terencana, dimana peralatan yang digunakan dibiarkan atau tanpa disengaja rusak hingga akhirnya, peralatan tersebut akan digunakan kembali maka diperlukannya perbaikan atau pemeliharaan.

Secara skematik dapat dilihat sesuai diagram alur proses suatu perusahaan untuk sistem pemeliharaan dibawah ini.

Menurut Daryus A, (2007) dalam bukunya Manajemen Pemeliharaan Mesin membagi pemeliharaan menjadi:

1) Pemeliharaan pencegahan (*Preventive Maintenance*)

Pemeliharaan pencegahan adalah pemeliharaan yang bertujuan untuk mencegah terjadinya kerusakan, atau cara pemeliharaan yang direncanakan untuk pencegahan.

2) Pemeliharaan korektif (*Corrective Maintenance*)

Pemeliharaan korektif adalah pekerjaan pemeliharaan yang dilakukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kondisi fasilitas/peralatan sehingga mencapai standar yang dapat di terima. Dalam perbaikan dapat dilakukan peningkatanpeningkatan sedemikian rupa, seperti melakukan perubahan atau modifikasi rancangan agar peralatan menjadi lebih baik.

3) Pemeliharaan berjalan (*Running Maintenance*)

Pemeliharaan berjalan dilakukan ketika fasilitas atau peralatan dalam keadaan bekerja. Pemeliharaan berjalan diterapkan pada peralatan-peralatan yang harus beroperasi terus dalam melayani proses produksi.

4) Pemeliharaan prediktif (*Predictive Maintenance*)

Pemeliharaan prediktif ini dilakukan untuk mengetahui terjadinya perubahan atau kelainan dalam kondisi fisik maupun fungsi dari sistem peralatan. Biasanya pemeliharaan prediktif dilakukan dengan bantuan panca indra atau alat-alat monitor yang canggih.

5) Pemeliharaan setelah terjadi kerusakan (*Breakdown Maintenance*)

Pekerjaan pemeliharaan ini dilakukan ketika terjadinya kerusakan pada peralatan, dan untuk memperbaikinya harus disiapkan suku cadang, alat-alat dan tenaga kerjanya.

6) Pemeliharaan Darurat (*Emergency Maintenance*)

Pemeliharaan darurat adalah pekerjaan pemeliharaan yang harus segera dilakukan karena terjadi kemacetan atau kerusakan yang tidak terduga.

7) Pemeliharaan berhenti (*shutdown maintenance*)

Pemeliharaan berhenti adalah pemeliharaan yang hanya dilakukan selama mesin tersebut berhenti beroperasi.

8) Pemeliharaan rutin (*routine maintenance*)

Pemeliharaan rutin adalah pemeliharaan yang dilaksanakan secara rutin atau terus-menerus.

9) *Design out maintenance* adalah merancang ulang peralatan untuk menghilangkan sumber penyebab kegagalan dan menghasilkan model kegagalan yang tidak lagi atau lebih sedikit membutuhkan maintenance.

- Hubungan antara *Preventive Maintenance* dan *Predictive Maintenance*

1) *Preventive Maintenance*

Adalah metode untuk melakukan pencegahan kerusakan peralatan/mesin dengan melakukan penggantian parts secara berkala berdasarkan waktu penggunaan dan melakukan perawatan ringan serta inspeksi untuk mengetahui keadaan peralatan/mesin yang terkini. Contoh : Membersihkan, memeriksa, melumasi, pengencangan baut, inspeksi berkala, restorasi periodik dan *small over haul*.

2) *Predictive Maintenance*

Adalah metode untuk melakukan perawatan dengan mengganti part berdasarkan prediksi dengan menggunakan alat bantu. Maksudnya adalah jika metode preventive hanya berdasarkan jadwal, maka metode *predictive* berdasarkan hasil dari pengukuran. Metoda ini bisa juga dengan menggunakan panca indera, contohnya dalam pemeriksaan bearing dapat dibedakan dari suara yang dihasilkan atau pemeriksaan temperatur, dengan menyentuhnya kita dapat merasakan perbedaan atau kelainan peralatan tersebut.

Bila dengan menggunakan alat bantu, kita harus mempunyai parameter yang bisa didapat dari manual book atau dari studi sendiri kemudian dibandingkan dengan hasil pengukuran. Perlu diterapkan bahwa setiap selesai mengukur, catatlah tanggal pengukuran agar kita mendapatkan suatu frekuensi akan kelayakan parts dari peralatan kita untuk memudahkan memprediksikannya dikemudian hari. Contoh alat bantu ukur yaitu :

- Tachometer, untuk mengukur putaran
- Thermometer, untuk mengukur suhu
- Vibrometer, untuk mengukur getaran pada bearing motor
- Desiblemeter, untuk mengukur suara, dll

2.1.6 Hubungan Perawatan dengan Proses Produksi

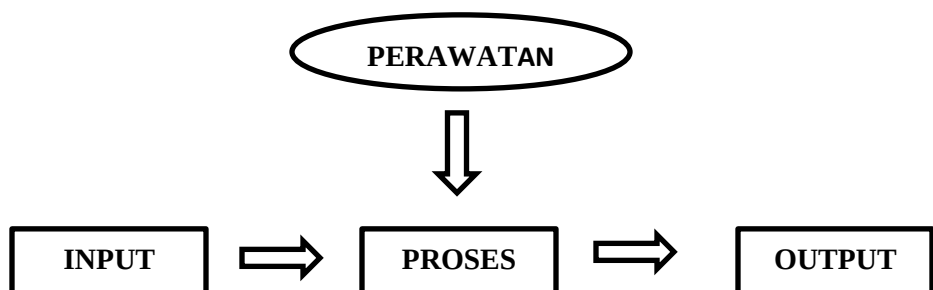
Perawatan menyangkut juga terhadap proses produksi sehari-hari dalam menjaga agar seluruh fasilitas dan peralatan perusahaan tetap berada pada kondisi yang baik dan siap selalu untuk digunakan. Kegiatan hendaknya tidak mengganggu jadwal produksi.

Menurut Sofjan Assauri (2004), agar proses produksi berjalan dengan lancar, maka kegiatan pemeliharaan yang harus dijaga dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menambah jumlah peralatan dan perbaikan para pekerja bagian pemeliharaan, dengan demikian akan di dapat waktu rata-rata kerusakan dari mesin yang lebih kecil.
2. Menggunakan pemeliharaan pencegahan, karena dengan cara ini dapat mengganti parts yang sudah dalam keadaan kritis sebelum rusak.
3. Diadakannya suatu cadangan di dalam suatu system produksi pada tingkat kritis, sehingga mempunyai suatu tempat parallel apabila terjadi kerusakan mendadak. Dengan adanya suku cadangan ini, tentu akan berarti adanya kelebihan kapasitas terutama untuk tingkat kritis tersebut, sehingga jika ada mesin yang mengalami kerusakan, perusahaan dapat berjalan terus tanpa menimbulkan adanya kerugian karena mesin-mesin menganggur.
4. Usaha-usaha untuk menjadikan para pekerja di bidang pemeliharaan ini sebagai suatu komponen dari mesin-mesin yang ada, dan untuk menjadikan mesin tersebut sebagai suatu komponen dari suatu sistem produksi secara keseluruhan.
5. Mengadakan percobaan untuk menghubungkan tingkat-tingkat sistemproduksi lebih cermat dengan cara mengadakan suatu persediaan cadangan diantara berbagai tingkat produksi yang ada, sehingga terdapat keadaan dimana masing-masing tingkat tersebut tidak akan sangat tergantung dari tingkat sebelumnya.

2.2 Model Perawatan Sebagai Pendukung Aktivitas Produksi

Manajemen perawatan akan dapat bekerja secara optimal, apabila mampu menghasilkan uraian kegiatan, program dan peraturan pelaksanaan. Oleh sebab itu, perlu disusun adanya program perawatan, sehingga pelaksanaannya dapat terstruktur.



Gambar 2.1 Perawatan dalam Aktivitas Industri

Mengingat peningkatan produksi yang semakin kompleks dan peralatan yang bertambah canggih, maka diperlukan program perawatan untuk menjaga sistem kesiapan sarana produksi yang berupa peralatan dan mesin, sehingga proses transformasi bahan baku menjadi produk dapat berjalan dengan baik, serta menghasilkan output yang berkualitas.

2.3 Metode *Age Replacement* (Penentuan Interval Waktu Penggantian)

Model *Age Replacement* yaitu dimana interval waktu penggantian komponen dengan memperhatikan umur pemakaian dari komponen tersebut, sehingga dapat menghindari terjadinya penggantian peralatan yang masih baru dipasang akan diganti dalam waktu yang relatif singkat, jika terjadi suatu kerusakan model ini akan menyesuaikan kembali jadwalnya setelah penggantian komponen dilakukan, baik akibat terjadi kerusakan maupun hanya bersifat sebagai perawatan pencegahan.

Model ini cocok diterapkan terhadap komponen yang interval waktu pengantiannya relatif tidak mempengaruhi umur komponen lainnya, atau komponen yang pengantiannya sekaligus dalam artian model ini berlaku jika ada kerusakan komponen dalam satu set mesin maka hanya satu komponen yang rusak saja yang mengalami penggantian. Dalam model *Age Replacement*, intinya pada saat dilakukan penggantian adalah tergantung pada umur komponen, jadi penggantian pencegahan akan dilakukan dengan menetapkan kembali interval waktu penggantian berikutnya sesuai dengan interval yang telah ditentukan.

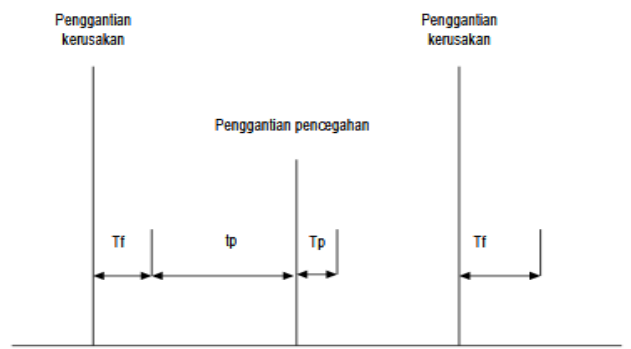
Dalam model ini saat dilakukan penggantian pencegahan adalah tergantung pada umur pakai dari komponen. Penggantian pencegahan adalah dengan menetapkan kembali interval penggantian pencegahan berikutnya sesuai dengan interval yang telah ditentukan jika terjadi kerusakan yang menuntut dilakukan penggantian.

Ada beberapa asumsi dari penggunaan model ini :

1. Laju kerusakan komponen bertambah sesuai dengan peningkatan pemakaian yang terjadi pada mesin.
2. Peralatan yang telah dilakukan penggantian komponen akan kembali pada kondisi semula
3. Tidak ada permasalahan dalam penyediaan suku cadang.

Model *Age Replacement* mempunyai dua siklus penggantian pencegahan, yaitu :

- Siklus 1 atau siklus pencegahan yang diakhiri dengan kegiatan penggantian pencegahan, ditentukan melalui komponen yang telah mencapai umur penggantian sesuai dengan rencana.
- Siklus 2 atau siklus kerusakan yang diakhiri dengan kegiatan kerusakan, ditentukan melalui komponen yang telah mengalami kerusakan sebelum mencapai waktu penggantian yang telah ditetapkan sebelumnya.



Gambar 2.2 Metode *Age Replacement*

Pada model *Age Replacement*, bila terjadi kerusakan maka akan dilakukan kembali penentuan waktu penggantian komponen berikutnya. Sehingga didapat total biaya perawatan per satuan waktu :

$$C_t = \frac{C_m \cdot R(t) + (1 - R(t))}{MTBR} \quad (2.1)$$

Dimana :

- C_t : Biaya penggantian komponen
 C_m : Biaya perawatan pencegahan kerusakan
 $R(t)$: Keandalan
 T : Interval waktu penggantian pencegahan
 C_t : Total biaya pemeliharaan per satuan waktu

2.3.1 Keandalan

Keandalan (R) didefinisikan sebagai peluang suatu unit atau sistem berfungsi normal, jika digunakan kondisi operasi tertentu untuk suatu periode tertentu. Saat ini teori keandalan sangat membantu menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan manajemen perawatan, yaitu memperkirakan tingkat keandalan suatu peralatan sehingga dapat ditentukan waktu untuk perawatannya. Nilai R adalah antara 0 dan 1, karena merupakan nilai probabilitas. Keandalan juga ditentukan oleh waktu sebagai variabel *random*, maka diperlukan suatu fungsi keandalan.

Dinotasikan $R(t)$ = probabilitas suatu sistem dapat berfungsi dengan baik selama $(0,t)$. Sehingga $R(t) = P$ [peralatan beroperasi pada saat t]. Jika x menyatakan umur suatu alat, maka :

$$\begin{aligned} R(t) &= P (x > t) \\ &= 1 - P (x \leq t) \\ &= 1 - F(t) \end{aligned} \quad (2.2)$$

Dimana :

- $R(t)$: probabilitas suatu sistem berfungsi dengan baik saat t
- P : Peralatan berfungsi dengan baik saat t
- X : umur suatu alat
- $F(t)$: fungsi distribusi kumulatif umur peralatan

2.4 Penelitian Terdahulu

1. Penelitian Pertama

Judul : Menentukan Interval Perawatan Pencegahan Pada Mesin Stripping Di
Pt. Aditama Raya Farmino Dengan Metode *Age Replacement*
Jurnal : Jurnal Agritek Volume 11 Nomor 1 Maret 2010
Penulis : Iksan
Tahun : 2010

PT. Aditama Raya Farmino merupakan suatu perusahaan Farmasi yang memproduksi berbagai macam jenis obat Generik antara lain : Paracetamol, antalgin, trisulfa, bonatra, sulfadiazin, dan lain-lain. Selama ini sistem perawatan terhadap mesin-mesin produksi di PT. Aditama Raya Farmino dilakukan ketika

mesin tersebut mengalami masalah, saat terjadi masalah maka operator dari mesin tersebut meminta surat perintah kerja kepada *supervisor* produksi yang kemudian surat tersebut diserahkan kepada pihak *maintenance*, dari surat tersebut maka pihak *maintenance* akan melaksanakan perbaikan sesuai dengan apa yang tercantum dalam surat perintah kerja. Selama ini kerusakan banyak terjadi pada mesin *stripping* khususnya pada sistem pemanas dengan komponen yang sering mengalami masalah adalah *heater*, untuk meminimalisasi waktu dan mengurangi jumlah produk yang cacat, maka diperlukan suatu tindakan untuk pencegahan salah satunya dilakukan perawatan pencegahan pada sistem pemanas khususnya pada *heater*. Metode yang digunakan untuk menentukan perawatan pencegahan yang optimal dengan menggunakan *Age Replacement*.

2. Penelitian Kedua

Judul : Metode *Age Replacement* Digunakan Untuk Menentukan Interval Waktu Perawatan Mesin Pada Armada Bus
 Jurnal : Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan III 2015
 Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
 Penulis : Jaka Purnama, Yosua Anggara Putra, Moch. Kalamollah
 Tahun : 2015

PO Harapan Jaya Tulungagung merupakan suatu perusahaan dibidang transportasi pelayanan jasa angkutan darat jenis bus. Armada–armada bus setiap beroperasi memerlukan adanya kebijakan dalam perawatan mesin, karena jadwal perawatan mesin yang sesuai, akan dapat meminimalisirkan biaya perawatan bus. Metode yang digunakan untuk menentukan kebijakan penjadwalan perawatan yang optimal dengan menggunakan *Age Replacement* / umur penggantian. Metode *Age Replacement* dapat diperoleh interval penjadwalan untuk perawatan yang tepat, dengan biaya produksi yang minimal. Penelitian dilakukan pada mesin armada bus merk HINO karena merk tersebut memiliki tingkat kerusakan yang tertinggi. Hasil penelitian diperoleh waktu optimal dan biaya minimal dalam melakukan perawatan yang hasilnya adalah biaya perawatan sebesar 2 kali dalam setahun, dengan melakukan perawatan dalam setiap 9 hari atau 40 kali dalam setahun.

3. Penelitian Ketiga

Judul : Usulan Interval Perawatan Komponen Kritis Pada Mesin Pencetak Botol (*Mould Gear*) Berdasarkan Kriteria Minimasi *Downtime*
 Jurnal : Jurnal Teknik Gelagar, Vol. 18, No. 01, April 2007 : 33 - 41
 Penulis : Much. Djunaidi dan Mila Faila Sufa
 Tahun : 2007

PT. KCI merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang produksi botol gelas (*glass packaging*). Bagi perusahaan, mesin memegang peranan yang sangat vital untuk mendukung jalannya proses produksi sebab hampir semua proses produksi yang berlangsung menggunakan mesin, terutama dalam hal ini adalah *mould gear* (alat pencetak botol). Oleh sebab itu perawatan yang terencana dengan baik merupakan hal yang sangat penting agar proses produksi berjalan lancar.

Sistem perawatan mesin, khususnya *mould gear*, yang dilakukan PT. KCI selama ini masih bersifat korektif yaitu perawatan setelah terjadi kerusakan. Kerusakan komponen ini biasanya akan ditandai dengan ditemukannya banyak produk yang mengalami kecacatan (*reject*).

Usulan dalam perawatan pencegahan ini difokuskan pada komponen kritis pada *mould gear*. Data yang digunakan adalah data kerusakan komponen pada Bulan Juli 2006. Metode yang digunakan untuk menentukan interval waktu penggantian pencegahan adalah metode *Age Replacement* yaitu menentukan interval penggantian pencegahan berdasarkan umur optimal komponen.

4. Penelitian Keempat

Judul : Perancangan Penjadwalan *Preventive Maintenance* Pada Pt. Artha Prima Sukses Makmur
 Jurnal : Jurnal Ilmiah Teknik Industri, Vol. 14, No. 1, Juni 2015
 Penulis : Yugowati Praharsi, Iphov Kumala Sriwana, Dewi Maya Sari
 Tahun : 2015

PT. Arta Prima Sukses Makmur (PT. APSM) merupakan perusahaan yang bergerak dibidang pembuatan sol sepatu. PT. Artha Prima Sukses Makmur memiliki 5 mesin dalam menjalankan kegiatan produksi sol sepatu yang berlangsung 24 jam setiap hari, sehingga kegiatan perawatan dan pemeliharaan perlu dilakukan dengan baik dan dijadwalkan agar tidak mengganggu kegiatan produksi yang sedang berlangsung. Pada perusahaan kerusakan mesin terjadi secara mendadak, dan perawatan dilakukan dengan sistem *breakdown maintenance*. Kerusakan mesin saat

ini masih terhitung tinggi dan memerlukan waktu perbaikan yang cukup lama. Perancangan penjadwalan *maintenance* diperlukan untuk mengurangi *downtime* pada mesin, sehingga tidak menghambat dan mengganggu jadwal produksi. Penjadwalan yang diusulkan adalah *Preventive Maintenance* dengan metode *Age Replacement*.

Pengusulan penjadwalan perawatan mesin pada PT. APSM berupa waktu penggantian komponen dan waktu pemeriksaan komponen untuk komponen kritis pada mesin kritis. Diharapkan juga dengan pengusulan penjadwalan *preventive maintenance* juga akan menghasilkan penurunan tingkat *downtime*, penurunan biaya *maintenance*, peningkatan tingkat *availability*, dan peningkatan *reliability* mesin kritis.

5. Penelitian Kelima

Judul : Penjadwalan Perawatan Pencegahan Komponen Kopling Dan Rem Pada Mobil Pancar Di Dinas Pencegahan Dan Penanggulangan Kebakaran Kota Bandung

Jurnal : Jurnal *Online* Institut Teknologi Nasional, Jurusan Teknik Industri Itenas, No. 01, Vol.03, Januari 2015

Penulis : R. Neneng Khoirunnisa, Kusmaningrum, Fifi Herni M

Tahun : 2015

Dinas Pencegahan Penanggulangan Kebakaran (damkar) adalah unsur pelaksana pemerintah yang diberi tanggung jawab dalam melaksanakan tugas - tugas penanganan masalah kebakaran, termasuk didalamnya adalah dinas gawat darurat. Dalam menunjang pekerjaannya tentu tidak terlepas dari sarana penting yang dioperasikan, mobil pemadam kebakaran merupakan salah satu sarana yang penting untuk membantu kelancaran proses kerja pemadam kebakaran. Saat ini damkar Kota Bandung memiliki memiliki 30 unit mobil pemadam kebakaran, yang terdiri dari mobil pancar (pompa penggerak), mobil bertangga (*leader*), mobil tangki, mobil *snorkel*, mobil *fire rescue*, mobil *quick respon*, mobil blower, dan mobil komando.

Penelitian ini difokuskan pada mobil pancar. Menurut hasil wawancara dengan pihak teknisi dan dokumentasi pihak damkar, komponen yang sering mengalami kerusakan adalah kopling (komponen plat kopling) dan rem (komponen pirodo rem) sehingga kedua komponen ini dapat merupakan komponen kritis.

Berdasarkan hasil uraian di atas dapat dilihat bahwa tindakan perawatan sangat penting, agar mobil pancar terhindar dari mengalami kerusakan saat digunakan. Dalam penjadwalan perawatan terdapat kilometer atau interval penggantian sebagai acuan untuk melakukan penggantian pencegahan. Metode yang digunakan untuk menentukan interval penggantian kerusakan adalah metode *Age Replacement*. Metode *Age Replacement* merupakan metode perawatan penggantian komponen dengan menentukan umur komponen yang optimal berdasarkan ongkos terkecil.

2.5 Posisi Penelitian

Posisi penelitian merupakan perbandingan pembahasan dari penelitian ini dengan penelitian terdahulu. Serta mencari keunggulan dari penelitian ini.

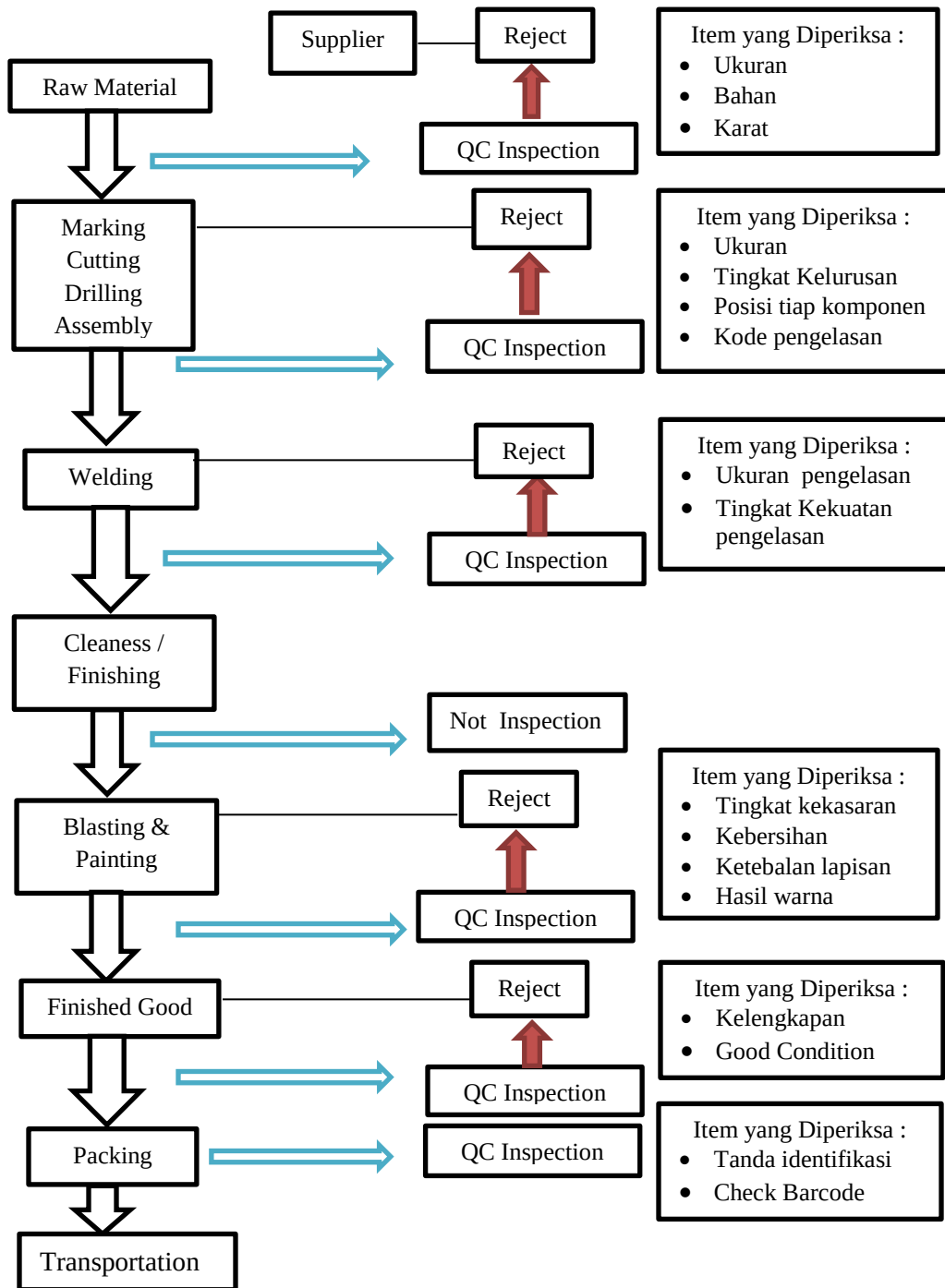
Tabel 2.1 Posisi Penelitian

Penelitian Terdahulu	Judul Penelitian	Pembahasan
Penelitian Pertama (Iksan, 2010, Jurnal Agrotek Volume 11 Nomor 1 Maret 2010)	Menentukan Interval Perawatan Pencegahan Pada Mesin Stripping Di Pt. Aditama Raya Farmino Dengan Metode Age Replacement	Penelitian ini telah melakukan pembahasan menentukan interval perawatan dengan metode <i>Age Replacement</i> , terdapat kekurangan yaitu komponen yang diteliti hanya satu komponen kritis saja. Dan tidak dilakukan perbandingan prosentase biaya sebelum dan sesudah penelitian.
Penelitian Kedua (Jaka Purnama, Yosua Anggara Putra, Moch. Kalamollah, Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan III Surabaya, 2015)	Metode <i>Age Replacement</i> Digunakan Untuk Menentukan Interval Waktu Perawatan Mesin Pada Armada Bus	Penelitian ini membahas tentang penentuan interval waktu perawatan pada armada bus dengan metode <i>Age Replacement</i> . Terdapat kekurangan yaitu tidak adanya penentuan komponen kritis nya.
Penelitian Ketiga (Much. Djunaidi dan Mila Faila Sufa, Jurnal Teknik Gelagar, Vol. 18, No. 01, April 2007 : 33 – 41, 2007)	Usulan Interval Perawatan Komponen Kritis Pada Mesin Pencetak Botol Berdasarkan Kriteria Minimasi Downtime	Penelitian ini membahas tentang usulan interval perawatan pada mesin pencetak botol. Terdapat kekurangan yaitu hanya akan menganalisa komponen kritis <i>Mould</i> dan <i>Blow head</i> . Dan hanya berdasarkan minimasi <i>downtime</i> .

Penelitian Keempat (Yugowati Praharsi, Iphov Kumala Sriwana, Dewi Maya Sari, Jurnal Ilmiah Teknik Industri, Vol. 14, No. 1, Juni 2015)	Perancangan Penjadwalan <i>Preventive</i> <i>Maintenance</i> Pada PT. Artha Prima Sukses Makmur	Penelitian ini membahas tentang perancangan penjadwalan <i>preventive maintenance</i> . Terdapat kekurangan yaitu menentukan hanya dua mesin yang akan dianalisa dari jumlah lima mesin yang ada. Serta tidak diperinci lagi tiap komponen yang ada pada mesin sol sepatu.
Penelitian Kelima (R. Neneng Khoirunnisa, Kusmaningrum, Fifi Herni M, Jurnal Online Institut Teknologi Nasional, Jurusan Teknik Industri Itenas, No. 01, Vol.03, Januari 2015)	Penjadwalan Perawatan Pencegahan Komponen Kopling Dan Rem Pada Mobil Pancar Di Dinas Pencegahan Dan Penanggulangan Kebakaran Kota Bandung	Penelitian ini membahas perawatan pencegahan komponen kopling dan rem dengan metode <i>Age</i> <i>Replacement</i> . Terdapat kekurangan yaitu hanya menentukan interval waktu penggantian kerusakan komponen tanpa menganalisa minimasi biaya kerusakan.

Sehingga penelitian yang saya analisa mengenai penentuan interval waktu perawatan Mesin Las mig dengan metode *Age Replacement* di PT Bangun Sarana Baja mempunyai keunggulan dibandingkan dengan penelitian terdahulu yaitu menentukan interval waktu perawatan mesin, menghitung biaya perawatan dalam kurun waktu setahun, serta meminimasi biaya perawatan yang juga akan berdampak pada biaya produksi. Dan membandingkan prosentase biaya sebelum dan sesudah menggunakan metode *Age Replacement*.

2.6 Alir Proses Produksi



Gambar 2.3 Alir Proses Produksi

2.6.1 Spesifikasi Alir Proses Produksi

1. Raw Material

Material yang dibeli atau didatangkan oleh PT Bangun Sarana Baja langsung dari *supplier*, baik dalam negeri maupun luar negeri. Bentuk dan jenis material sesuai *Job Order* yang diterima oleh PT Bangun Sarana Baja.

Pada saat barang/material datang ke *workshop*, pemeriksaan pertama kali dilakukan oleh petugas *warehouse* yaitu pemeriksaan dokumen Pengiriman barang apakah sesuai dengan jumlah dan fisik barang yang ada. Kemudian petugas *warehouse* menginformasikan kepada QC *Supervisor* atau QC Material untuk melakukan pemeriksaan fisik dan visual akan kriteria penerimaan material tersebut.. Berdasarkan hasil pemeriksaan material tersebut, apabila terdapat material yang tidak sesuai dengan spesifikasi, maka material tersebut ditolak (Status *REJECT*) dan di kembalikan kepada *supplier*.

2. Marking

Proses *marking* adalah pemberian tanda pada profil, berdasarkan data pada *Shop Drawing*, bertujuan untuk klasifikasi dan memudahkan dalam pekerjaan fabrikasi.

3. Cutting

Proses *cutting* adalah pemotongan profil secara manual atau otomatis. Pada proses *cutting* profil, dilakukan pemotongan secara manual menggunakan blender maupun secara otomatis dengan menggunakan mesin CNC WF dan CNC siku.

4. Drilling

Proses *Drilling* adalah pembuatan lubang pada profil sesuai dengan *markingnya*. Operator *drilling* harus melakukan pemeriksaan terhadap *machine drilling* apakah layak atau tidak untuk dipakai.

5. Assembly

Proses *Assembling* adalah perakitan profil setelah dilakukan proses *cutting & drilling*. Pada proses *Assembling*, apabila pekerjaan tersebut sifatnya tipikal, diwajibkan memakai *template* / mal.

6. Welding

Proses *welding* adalah pengelasan terhadap profil yang telah dilakukan proses *assembling*, dimana syarat pengelasan berdasarkan spesifikasi yang terdapat pada *ShopDrawing*.

7. Cleaness / Finishing

Proses *cleaness/finishing* adalah proses pembersihan dengan cara menggerinda permukaan yang sudah dilas, sebelum dilakukan *blasting* dan *painting*.

8. Blasting & Painting

Setelah selesai proses *finishing* (penggerindaan), dilakukan proses *painting* sesuai dengan Instruksi Kerja *Painting*. Apabila dalam pengeriaan proyek tersebut, *client* menghendaki adanya *sandblasting*, maka profil baja tersebut dilakukan proses *sandblasting* sesuai dengan Instruksi Kerja Proses *Sandblasting*, sebelum dilakukan proses *painting*.

9. Packing

Proses *packing* adalah proses dimana material baja yang sudah selesai proses *Painting*, akan di pilah pilah dalam rangkaian member sesuai pada daftar kebutuhan untuk memudahkan *assembling* dan instalasi atau perakitan.