



**PENDIDIKAN PROFESI GURU
JURUSAN TEKNIK MESIN**



PEMELIHARAAN MEKANIK INDUSTRI

**Disusun:
Yatin Ngadiyono, M.Pd.**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN
2010**

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan buku materi diklat PPG bidang Pemeliharaan Mekanik Industri.

Materi ini disusun dan dikembangkan mengacu pada silabus di tingkat SMK dan mengacu pendekatan kompetensi (*Competency Based Training*). Untuk itu materi ajar yang adalah diharapkan mampu dikembangkan peserta di SMK. Bahan ajar ini juga dipersiapkan untuk memberi bekal mahasiswa program Pendidikan Profesi Guru jurusan Teknik Mesin atau mahasiswa lain yang setingkat agar memiliki kompetensi atau kemampuan dasar dibidang pemeliharaan mekanik industri. Dalam penggunaannya peserta pelatihan diharapkan juga membandingkan dengan sillabi yang akan dikembangkan di SMK serta mencari buku referensi pembanding.

Besar harapan buku ini dapat menjadi salah satu referensi yang memadai dan bermanfaat. Akhirnya, Penyusun berharap semoga buku ini dapat menambah khasanah pengetahuan peserta pelatihan. Kami mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu terwujudnya buku ini.

Yogyakarta, 2010

Penyusun

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---|---------|
| BAB I KONSEP DASAR PEMELIHARAAN | 1 |
| A. Tujuan Pemeliharaan | 3 |
| B. Klasifikasi Pemeliharaan..... | 4 |
| 1. Perbaikan Pemeliharaan (Maintenance Improvement).... | 4 |
| 2. Pemeliharaan Preventif (Preventive Maintenance)..... | 6 |
| 3. Pemeliharaan Korektif (Corective Maintenance)..... | 6 |
| C. Efisiensi Pemeliharaan | 9 |
| D. Penyiapan Rencana Pemeliharaan..... | 10 |
| E. Tugas-tugas Pemeliharaan..... | 12 |
| 1. Inspeksi (<i>Inspection</i>)..... | 12 |
| 2. Kegiatan Teknik (<i>Engineering</i>) | 12 |
| 3. Kegiatan Produksi (<i>Production</i>)..... | 13 |
| 4. Kegiatan Administrasi (<i>Clerical Work</i>)..... | 13 |
| 5. Pemeliharaan Bangunan (<i>House Keeping</i>)..... | 13 |
| F. Persediaan (Inventory)..... | 15 |
| G. Jadwal Kerja..... | 16 |
| H. Anggaran Pemeliharaan..... | 22 |
| BAB II KOMPONEN UTAMA MESIN PERKAKAS | 24 |
| A. Sruktur Mesin..... | 24 |
| B. Guideways Mesin Perkakas..... | 29 |
| C. Perbaikan Guideway Mesin..... | 31 |
| 1. Perbaikan Guideway..... | 32 |
| 2. Pengikisan Lintasan Ekor Burung (<i>Dovetail</i>)..... | 34 |
| 3. Perbaikan Penyisip (<i>Gibs</i>)..... | 37 |
| D. Perawatan Mesin Bubut..... | 39 |
| 1. Penggerak Sabuk (<i>Belt</i>)..... | 39 |
| 2. Penyesuaian Penyisip (<i>Gibs</i>)..... | 40 |
| 3. Bantalan Wiper (<i>Wiper Pad</i>)..... | 41 |

| | |
|---|----|
| 4. Pengaturan Klem Kepala Lepas (<i>Tailstock Clamp</i>)..... | 43 |
| 5. Pengaturan Sistem Transmisi..... | 43 |
| BAB II PEMELIHARAAN BANTALAN (BEARING) | 44 |
| A. Peringkat Beban (<i>Load Rating</i>)..... | 50 |
| B. Suaian Poros dan Rumah Dudukan (<i>Shaft and Housing Fit</i>)..... | 52 |
| C. Bearing Mounting..... | 53 |
| D. Faktor Penyebab Kerusakan Bantalan..... | 55 |
| 1. Beban Berlebih (<i>Overloading</i>)..... | 55 |
| 2. Pelumas tidak tepat (<i>Improper Lubrication</i>)..... | 55 |
| 3. Terkontaminasi (<i>Contamination</i>)..... | 56 |
| 4. Distortion..... | 56 |
| 5. Ketidak-lurusan poros mesin (<i>Misalignment</i>) | 57 |
| 6. Suaian tidak tepat (<i>Improper Fit</i>)..... | 57 |
| 7. Kerusakan akibat Getaran (<i>Vibration Damage</i>)..... | 58 |
| 8. Cacat Material (<i>Defects in Material</i>)..... | 58 |
| 9. Perbaikan yang tidak tepat (<i>Improper Servicing Techniques</i>)..... | 59 |
| 10. Arus Listrik..... | 60 |
| BAB IV KOPLING | 61 |
| A. Kopling Kaku (<i>Rigid Coupling</i>)..... | 62 |
| 1. Kopling Flens (<i>Flanged Coupling</i>)..... | 63 |
| 2. Kopling split kaku (<i>Split Couplings</i>)..... | 63 |
| 3. Kopling Kompresi (<i>Compression Coupling</i>)..... | 64 |
| B. Kopling Tidak Tetap (<i>Flexible Couplings</i>)..... | 65 |
| 1. Kopling Mekanik..... | 66 |
| 2. Kopling Elemen Elastomer (<i>Elastomeric Element Coupling</i>).... | 69 |
| 3. Kopling Elemen metalik (<i>Metallic Element Coupling</i>)..... | 71 |

| | |
|---------------------------------------|-----|
| C. Pemilihan Kopling..... | 75 |
| D. Pemeliharaan Kopling | 76 |
| BAB V PELUMAS | 89 |
| A. Fungsi Pelumas..... | 90 |
| B. Lapisan Film Pelumasan..... | 92 |
| 1. Karakteristik Pelumas | 97 |
| 2. Minyak (<i>Oil</i>)..... | 97 |
| 3. Gemuk (<i>Grease</i>)..... | 101 |
| 4. Aditif Pelumas..... | 104 |
| 5. Pemeliharaan Sistem Pelumasan..... | 107 |
| 6. Pemilihan Jenis Pelumas | 109 |
| DAFTAR PUSTAKA | 113 |

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|--|---------|
| Tabel 1.1. Perbandingan Kebijakan Pemeliharaan | 8 |
| Tabel 1.2. Contoh Borang Inspeksi Mesin..... | 13 |
| Table 1.3. Contoh Persediaan..... | 16 |
| Tabel 1.4. Contoh Ringkasan Biaya Pemeliharaan Tahunan..... | 23 |
| Tabel 3.1. Frekuensi Pelumasan Bantalan Pada Motor Listrik.... | 51 |
| Tabel 4.1. Aplikasi kopling..... | 78 |
| Tabel 4.2. Misalignment poros..... | 79 |
| Tabel 4.3. Toleransi Misalignment | 79 |
| Tabel 4.4. Pemilihan Kopling..... | 85 |
| Tabel 5.1. Tabel Kekasaran Permukaan..... | 92 |
| Tabel 5.2. Perbandingan Tingkat Viskositas..... | 100 |
| Tabel 5.3. Spesifikasi Oli Turbin..... | 110 |
| Table 5.4. Rekomendasi Properties Gemuk | 111 |
| Tabel 5.5. Pelumas Roda Gigi Tertutup Tipe MASRI RG..... | 112 |

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|--|---------|
| Gambar 1.1. Kurva Bathtup | 3 |
| Gambar 1.2. Struktur Pemeliharaan | 5 |
| Gambar 1.3. Pemeliharaan Roda Gigi | 8 |
| Gambar 1.4. Chip pada daerah <i>compound rest</i> | 18 |
| Gambar 1.5. Pemakaian kompresor tidak dianjurkan | 19 |
| Gambar 1.6. Kaca kontrol reservoir di headstock | 19 |
| Gambar 1.7. Sistem transmisi mesin bubut | 20 |
| Gambar 1. 8. Diagram pelumasan rutin | 21 |
| Gambar 2.1. Tipe bed mesin bubut and frame bor radial | 25 |
| Gambar 2.2. Contoh fram terbuka (C-frames). | 26 |
| Gambar 2.3. Contoh frame tertutup | 27 |
| Gambar 2.4. Susunan penguat bed mesin | 28 |
| Gambar 2.5. Bed mesin bubut dengan guideway ketinggian berbeda | 28 |
| Gambar 2.6. Struktur bed: (a) tuangan (b) bed mesin bentuk lasan | 29 |
| Gambar 2.7. Klasifikasi guideways mesin perkakas | 30 |
| Gambar 2.8. Tipe guideway | 30 |
| Gambar 2.9. Tipe guideway pergeseran roll | 31 |
| Gambar 2.10. <i>Externally pressurized guideways</i> | 31 |
| Gambar 2.11. Perlengkapan dan proses pemeriksaan kedataran bed | 34 |
| Gambar 2.12. Pemeriksaan ukuran ekor burung | 37 |
| Gambar 2.13. Letak dan Bentuk Gibs | 38 |
| Gambar 2.14. Perbaikan Penyisip | 39 |
| Gambar 2.15. a) Gear box, b) Pemeriksaan tegangan sabuk | 40 |
| Gambar 2.16. Penyisip Lurus (<i>straight gibs</i>) | 41 |
| Gambar 2.17. Baut penyisp bagian belakang | 42 |

| | |
|--|----|
| Gambar 2.18. Baut penyisip bagian depan | 42 |
| Gambar 2.19. Bantalan Wiper | 42 |
| Gambar 2.20. Posisi tuas pengunci kunci pada tailstock | 43 |
| Gambar 2.21. Baut pengunci tailstock | 43 |
| Gambar 2.22. Sistem Roda Gigi Mesin bubut | 44 |
| Gambar 3.1. Tipe Bantalan | 46 |
| Gambar 3.2. Bantalan radial | 47 |
| Gambar 3.3. Bantalan aksial | 48 |
| Gambar 3.4a. Bantalan khusus atau kombinasi | 48 |
| Gambar 3.4b. Bantalan khusus atau kombinasi | 49 |
| Gambar 3.5. Kerusakan bantalan | 51 |
| Gambar 3.6. Sistem Suaian | 52 |
| Gambar 3.7. Pemasangan Bantalan | 54 |
| Gambar 3.8. Bantalan pada rumahannya | 54 |
| Gambar 3.9. Permukaan bantalan akibat beban berlebih | 55 |
| Gambar 3.10. Korosi pada bantalan | 55 |
| Gambar 3.11. Bentuk cekungan bantalan | 56 |
| Gambar 3.12. Pengelupasan permukaan bearing | 56 |
| Gambar 3.13. Kerusakan bantalan akibat misalignment | 57 |
| Gambar 3.14. Pencelupan bantalan pada larutan panas | 57 |
| Gambar 3.15. Pemanas Elemen Induksi | 58 |
| Gambar 3.16. Cara pemasangan bearing | 59 |
| Gambar 3.17. Cara melepas bearing | 60 |
| Gambar 4.1. Kopling Kaku | 61 |
| Gambar 4.2. Kopling Jaw | 62 |
| Gambar 4.3. Kopling Sleeve | 62 |
| Gambar 4.4. Kopling Flens | 63 |
| Gambar 4.5. Kopling Split | 64 |
| Gambar 4.6. Kopling Kompresi | 65 |
| Gambar 4.7. Kopling Roda Gigi | 67 |
| Gambar 4.8. Kopling Rantai | |

| | |
|---|----|
| Gambar 4.9. Kopling Grid | 68 |
| Gambar 4.10. Bushed-pin Flexible Coupling | 70 |
| Gambar 4.11. Perakitan kopling | 70 |
| Gambar 4.12. Kopling Oldham | 71 |
| Gambar 4.13. Kopling Universal | 72 |
| Gambar 4.14. Kopling Universal | 72 |
| Gambar 4.15. Kopling disk | 73 |
| Gambar 4.16. Disk (Flex Element) | 74 |
| Gambar 4.17. Kopling Disk | 74 |
| Gambar 4.18. Kopling Bellow | 75 |
| Gambar 4.19. Test alignment pada kopling roda gigi | 80 |
| Gambar 4.20. (a) Perubahan bentuk grid, (b) kerusakan grid dan residu gease akibat oksidasi | 81 |
| Gambar 5.1. Lapisan fluidfilm | 93 |
| Gambar 5.3. Sistem pelumasan hidrodinamik | 94 |
| Gambar 5.4. Pelumasan hidrodinamik | 95 |
| Gambar 5.5. Pelumasan batas | 95 |
| Gambar 5.6. Tahapan berputar poros pada bantalan | 96 |
| Gambar 5.7. Dinamika Viskositas | 98 |

BAB I

KONSEP DASAR PEMELIHARAAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai pengertian pemeliharaan (*maintenance*), karena hingga saat ini praktek pemeliharaan cenderung dimaknai sebagai tindakan yang terkait dengan perbaikan peralatan setelah rusak. Kamus Besar Bahasa Indonesia mendefinisikan pemeliharaan sebagai penjagaan harta kekayaan, terutama alat produksi agar tahan lama dan tetap dalam kondisi yang baik. Jadi tujuan pemeliharaan menjaga mesin dan peralatan terhadap kerusakan dan kegagalan mesin dalam memproduksi. Secara umum kata pemeliharaan tidak akan terlepas dengan pekerjaan memperbaiki, membongkar, atau memeriksa mesin secara saksama dan menyeluruh (*Maintenance, Repair, and Overhaul - MRO*). Sistem pemeliharaan sendiri mencakup pengertian memperbaiki perangkat mekanik dan atau kelistrikan yang menjadi rusak.

Pemeliharaan juga bermakna melakukan tindakan rutin guna menjaga perangkat (dikenal sebagai pemeliharaan terjadwal) atau mencegah timbulnya gangguan (pemeliharaan pencegahan). Jadi MRO dapat didefinisikan sebagai, "semua tindakan yang bertujuan untuk mempertahankan atau memulihkan komponen atau mesin kekeadaan ideal agar dapat menjalankan fungsinya sesuai kebutuhan perusahaan. Tindakannya mencakup kombinasi dari semua manajerial teknis, administratif dan tindakan pengawasan yang sesuai."

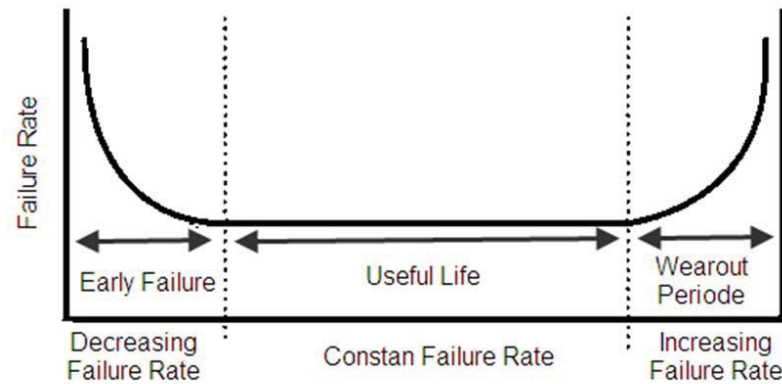
Secara umum istilah perawatan memiliki arti sebagai berikut: menjaga (*Keep*), Mempertahankan (*Preserve*), dan melindungi (*Protect*).

- Pekerjaan rutin berkelanjutan yang dilakukan untuk menjaga fasilitas (perencanaan, bangunan, struktur, fasilitas tanah, sistem utilitas, atau properti riil lainnya) dalam kondisi sedemikian rupa sehingga dapat terus digunakan, dengan kapasitas asli rancangan dan untuk efisiensi perusahaan sesuai tujuan yang dimaksudkan.

- Berbagai kegiatan, seperti: tes, pengukuran, penggantian, penyesuaian dan perbaikan yang bertujuan untuk mempertahankan atau mengembalikan fungsi komponen/unit dalam atau ke sistem tertentu di mana unit dapat melakukan fungsi yang dibutuhkan perusahaan
- Semua tindakan yang diambil untuk melindungi aset perusahaan dari berbagai gangguan agar sistem dapat senantiasa bekerja optimal. Keegiatannya mencakup inspeksi, pengujian, pelayanan, klasifikasi untuk servis, perbaikan reklamasi, membangun kembali, dan semua tindakan pasokan dan perbaikan yang diambil untuk menjaga kekuatan dalam kondisi untuk melaksanakan misinya.

Tidak ada mesin maupun peralatan yang mampu memproduksi selamanya, beberapa mampu bertahan atau bekerja sesuai standar operasional. Kebutuhan pemeliharaan umumnya juga didasarkan pada prediksi kegagalan nyata atau standar idealnya. Kurva “Bathtub” (Gambar 2.1) menunjukkan hubungan tingkat kegagalan komponen terhadap waktu. Dalam gambar sumbu Y merupakan tingkat kegagalan dan X sumbu adalah waktu. Dari bentuknya, kurva dapat dibagi menjadi tiga golongan yang berbeda: periode awal, periode kegagalan konstan, dan periode lelah (*wear-out periods*). Pada periode awal kurva bak mandi ini ditandai dengan tingkat kegagalan yang tinggi diikuti oleh masa penurunan kegagalan.

Kegagalan periode awal pada umumnya berkaitan dengan lemahnya perencanaan, lemahnya pemasangan, atau aplikasi yang keliru. Periode kegagalan awal dilanjutkan oleh laju periode kegagalan konstan dan dikenal sebagai umur efektif. Ada banyak teori tentang mengapa komponen gagal dalam wilayah ini, sebagian besar mengakui bahwa lemahnya manajemen sering memainkan peran



Gambar 1.1. Kurva Bathstup

yang signifikan. Hal ini juga umumnya disetujui bahwa praktek-praktek pemeliharaan luar biasa yang mencakup unsur-unsur pencegahan dan prediktif dapat memperpanjang periode ini. Periode kegagalan (*wear-out*) dicirikan dengan tingkat kegagalan yang cepat meningkat mengikuti waktu. Kegagalan pada periode ini dikarenakan buruknya perawatan dan atau telah melampaui umur efektif alat.

Setiap kali kita gagal dalam melakukan kegiatan pemeliharaan seperti permintaan perancang peralatan, maka akan mempersingkat umur operasi peralatan tersebut. Tapi pilihan apa yang kita miliki? Selama 30 tahun terakhir, pendekatan yang berbeda bagaimana perawatan dapat dilakukan untuk memastikan peralatan mencapai atau melebihi umur rencana perusahaan telah dikembangkan di negara industri. Selain menunggu sebuah peralatan gagal (reaktif pemeliharaan), kita dapat memanfaatkan pemeliharaan preventif, pemeliharaan prediktif, atau keandalan berpusat pemeliharaan.

A. Tujuan Pemeliharaan

Setiap jenis kegiatan pemeliharaan pasti mempunyai tujuan. Secara umum tujuan dilakukannya pemeliharaan adalah menjaga kondisi dan atau untuk memperbaiki mesin agar dapat berfungsi

sesuai tujuan usaha. Kondisi yang diterima adalah sesuai mesin yang mampu menghasilkan produk sesuai standar, yaitu memenuhi toleransi bentuk, ukuran dan fungsi. Namun demikian secara umum tujuan utama pemeliharaan adalah:

1. Menjamin ketersediaan optimum peralatan yang tepat guna memenuhi rencana kegiatan produksi dan proses produksi dapat memperoleh laba investasi secara maksimal.
2. Memperpanjang umur produktif suatu mesin pada tempat kerja, bangunan dan seluruh isinya.
3. Menjamin ketersediaan seluruh peralatan yang diperlukan dalam kondisi darurat.
4. Menjamin keselamatan semua orang yang berada dan menggunakan sarana tersebut.

Keuntungan

- Efektif dalam pengelolaan anggaran
- Memungkinkan fleksibilitas untuk penyesuaian pemeliharaan
- Meningkatnya siklus hidup komponen.
- Menghemat tenaga
- Mengurangi kegagalan peralatan atau proses
- Penghematan biaya 12% + 18% lebih dibanding program perawatan reaktif.

Kekurangan

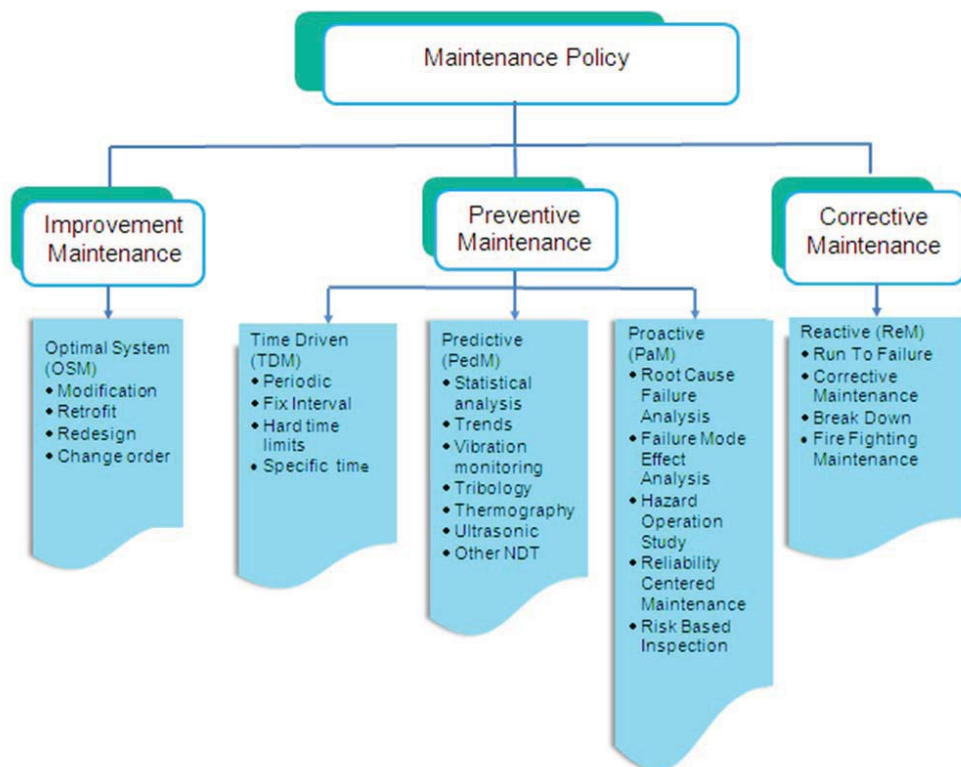
- Masih dimungkinkan adanya kegagalan.
- Tenaga kerja yang intensif.
- Membutuhkan peralatan pendukung

B. Klasifikasi Pemeliharaan

Secara garis besar manajemen pemeliharaan dapat dibagi dalam tiga jenis, yaitu: *improvement*, *preventive* dan *corrective* (Gambar 2.2.)

1. Perbaikan Pemeliharaan (*Maintenance Improvement*)

Manajemen pemeliharaan dari waktu ke waktu harus meningkat untuk memperbaiki segala kekurangan yang ada. Oleh karenanya perbaikan pemeliharaan merupakan upaya untuk mengurangi atau menghilangkan kebutuhan pemeliharaan. Kita sering terlibat dalam menjaga pemeliharaan, namun kita lupa untuk merencanakan dan



Gambar 1.2. Struktur Pemeliharaan

menghilangkan sumbernya. Oleh karenanya keandalan rekayasa diharapkan mampu menekan kegagalan sebagai upaya menghapus kebutuhan perawatan. Kesemuanya ini merupakan pra-tindakan, bukan bereaksi.

Sebagai contoh, untuk komponen mesin yang berlokasi di tempat gelap, kotor, dan sulit dijangkau, maka petugas pelumas mesin tidak melumasi sesering ia melumasi komponen yang mudah dijangkau. Ini kecenderungan alamiah. Oleh karena itu perlu dipertimbangkan mengurangi kebutuhan pelumas dengan menggunakan pelumas permanen, kualitas bantalan *life-time*. Jika hal tersebut tidak praktis, setidaknya pesawat bertangki otomatis bisa diterapkan.

2. Pemeliharaan Preventif (*Preventive Maintenance*)

Pelaksanaan pemeliharaan preventif sebenarnya sangat bervariasi. Beberapa program dibatasi hanya pada pelumasan dan sedikit penyesuaian. Program pemeliharaan preventif lebih komprehensif dan mencakup jadwal perbaikan, pelumasan, penyesuaian, dan membangun kembali semua mesin sesuai perencanaan. Prioritas utama untuk semua program pemeliharaan preventif adalah pedoman penjadwalan. Semua manajemen pemeliharaan program preventif mengasumsikan bahwa mesin dalam jangka waktu tertentu produktifitasnya akan menurun sesuai klasifikasinya. Program preventif dapat dibagi 3 (tiga) macam:

- a. *Time driven*: program pemeliharaan terjadwal, yaitu dimana komponen diganti berdasarkan waktu atau jarak tempuh pemakaian. Sistem ini banyak digunakan perusahaan yang menggunakan mesin dengan komponen yang tidak terlalu mahal.
- b. *Predictive*: pengukuran untuk mendeteksi timbulnya degradasi sistem (turunnya fungsi), sehingga diperlukan mencari penyebab gangguan untuk dihilangkan atau dikontrol sebelum segala sesuatunya membawa dampak penurunan fungsi komponen secara signifikan.
- c. *Proactive*: perbaikan mesin didasarkan hasil studi kelayakan mesin. Sistem ini banyak diaplikasikan pada industri yang menggunakan mesin-mesin dengan komponen yang berharga mahal.

3. Pemeliharaan Korektif (*Corrective Maintenance*)

Sistem ini dilakukan ketika sistem produksi berhenti berfungsi atau tidak sesuai dengan kondisi operasi yang diharapkan. Pada umumnya berhentinya sistem diakibatkan kerusakan komponen yang telah atau sedang dalam proses kerusakan. Kerusakan yang

terjadi umumnya akibat tidak dilakukannya kegiatan *preventive maintenance* maupun telah dilakukannya kegiatan *preventive maintenance* tetapi kerusakan dalam batas dan kurun waktu tertentu tetap rusak. Kegiatan *corrective maintenance* biasa disebut pula sebagai *breakdown maintenance*, namun demikian kegiatannya dapat terdiri dari perbaikan, restorasi atau penggantian komponen. Pemeliharaan korektif berbeda dari pemeliharaan. Pada sistem ini tidak dilakukan pemeliharaan secara berkala dan tidak terjadwal. Kebijakan untuk melakukan *corrective maintenance* saja tanpa adanya kegiatan *preventive maintenance*, dapat menimbulkan hambatan proses produksi atau membuat macet jalannya proses produksi.

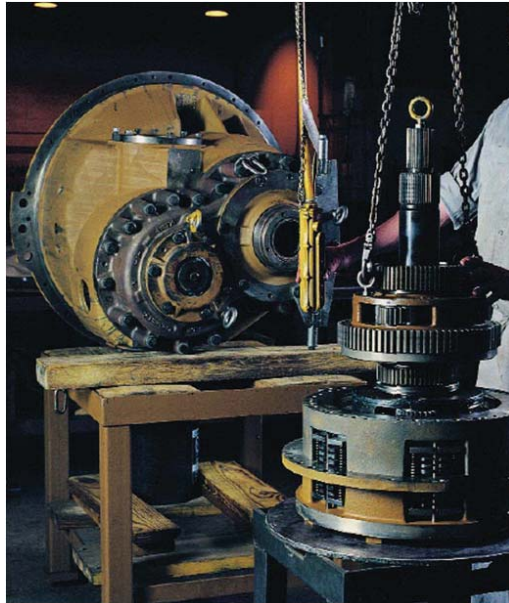
Kebijakan yang mungkin tepat akan tindakan *corrective maintenance* adalah atas dasar pertimbangan *emergency* akibat kerusakan-kerusakan yang tidak terduga atas aset atau peralatan. Kondisi inilah yang menuntut adanya tindakan reaktif (*reactive maintenance*), karena tidaklah mungkin menduga dan menjadwalkan datangnya kerusakan. Namun manakala kerusakan datang pada saat proses produksi berlangsung, maka akibat yang ditimbulkan akibat hanya dilakukannya *corrective maintenance* adalah kerusakan yang parah/hebat dari dibandingkan *preventive maintenance*.

Keuntungan

- Biaya rendah.
- Staff sedikit.

Kekurangan

- Peningkatan biaya peralatan akibat downtime yang tidak terencanakan
- Peningkatan biaya tenaga kerja, terutama jika diperlukan lembur.
- Biaya berkaitan dengan perbaikan atau penggantian peralatan tinggi.
- Selama proses perbaikan dimungkinkan adanya kerusakan peralatan sekunder atau kegagalan proses
- Penggunaan sumber daya staff tidak efisien.



Gambar 1.3.
Pemeliharaan Roda Gigi

Tabel 1.1. Perbandingan Kebijakan Pemeliharaan

| Kebijakan | Pendekatan | Tujuan |
|------------------|---|--|
| Reactive | Menuju proses kegagalan | Meminimalkan biaya perawatan dari peralatan non-kritis. |
| Time-driven | Program pemeliharaan berbasis waktu dan penggunaan | Meminimalkan peralatan rusak |
| Predictive | Pengambilan keputusan berdasarkan kondisi peralatan | Menemukan kerusakan tersembunyi dan meningkatkan keandalan kondisi peralatan |
| Proactive | Pendeteksian sumber kerusakan | Mengurangi resiko kegagalan terhadap system kritis |
| Improvement | Pendekatan terintegrasi | Meningkatkan system produksi |

C. Efisiensi Pemeliharaan

Asumsi dasar penerapan perawatan adalah bahwa makin baik perawatan makin tinggi efisiensi dan keuntungan yang akan diperoleh. Ada dua persoalan umum yang dihadapi perusahaan dalam penerapan perawatan, yaitu masalah teknik dan masalah ekonomi. Adapun masalah teknis adalah segala upaya untuk menyiapkan mesin/alat agar siap pakai, terencana dan terukur. Artinya bahwa semua mesin/alat terhindar dari kemacetan mendadak akibat tidak pernah dilakukan inspeksi dari program preventive. maka ada dua hal yang perlu dipikirkan:

1. Apakah tindakan yang harus dilakukan untuk menjaga, merawat dan memperbaiki mesin/alat dari kemacetan dan kerusakan
2. Perangkat apa saja yang diperlukan untuk menunjang kegiatan reparasi, perbaikan dan overhaul, agar proses pemeliharaan dapat dikerjakan.

Sistim pemeliharaan yang baik adalah berbeda untuk masing-masing pabrik karena masing-masing pabrik berbeda dalam pemakaian bahan dan energinya. Sistim pemeliharaan dimulai dengan mengoptimumkan sistim teknis pemeliharaan agar menjadi efisien, ini adalah konsep pemeliharaan produktif dengan basis ekonomi. Jadi dalam aspek ekonomi yang menjadi penekanan adalah bagaimana upaya-upaya yang harus dilakukan agar pemeliharaan menekan biaya dan menguntungkan perusahaan.

Kerjasama yang baik diantara bagian perencanaan, bagian inspeksi, dan bagian produksi harus dijaga untuk mengoptimumkan sistim yang dipakai pada pemeliharaan produktif. Tujuan dari pemeliharaan atau perencanaan lain adalah untuk merencanakan pemeliharaan dari masing-masing fasilitas yang ada sesuai dengan umur masa pakainya dan dengan mengurangi biaya pemeliharaan tahunan, dengan cara pendekatan inspeksi dan pekerjaan perbaikan pada waktu diadakannya pembongkaran pabrik tahunan atau pemeliharaan yang lain-lain.

Optimisasi perencanaan biaya pemeliharaan untuk pekerja lapangan pada saat pembongkaran pabrik dan pekerjaan pemeliharaan harian dapat dievaluasi langsung melalui sifat-sifat dari pabrik. Keperluan memasang mesin cadangan/equipmen ditentukan oleh hasil dari konsep pemeliharaan produktif. Biaya tambahan untuk unit-unit cadangan dapat ditentukan dengan membandingkan biaya investasi dengan uang yang kembali bila kiat memakai sistem pemeliharaan rutin untuk seluruh mesin yang ada dalam pabrik tersebut. Secara umum mesin-mesin atau equipmen yang besar dan mahal diharapkan dapat berjalan secara rutin pada masa-masa pemeliharaan tersebut, hingga mesin-mesin atau unit-unit cadangan dapat ditiadakan.

D. Penyiapan Rencana Pemeliharaan

Variasi penyiapan rencana perawatan tergantung pada aplikasi dan desain sistem pemeliharaan, format dan langkah-langkah. Langkah kunci dalam penyusunan rencana pemeliharaan adalah:

- ❖ *Siapkan inventarisasi aset* - mengidentifikasi ciri-ciri fisik (misalnya, luas, bahan, dll) dari seluruh aktivitas (misalnya, mesin, gedung, dll) yang memerlukan perawatan;
- ❖ *Mengidentifikasi kegiatan dan tugas pemeliharaan* - mendefinisikan jenis tugas pemeliharaan (aktivitas) yang akan dilakukan pada setiap aset dan pekerjaan, serta apa yang harus dilakukan atas setiap aktivitas tersebut, misalnya

Kegiatan : Preventive Maintenance

Pekerjaan yang harus dilakukan : Periksa mesin atas tanda-tanda kebocoran oli yang disebabkan oleh kebocoran seal. Periksa dari kebocoran oli, seal pecah atau hilang. Memperbaiki atau mengganti yang diperlukan.

Memeriksa adanya tetesan oli;

- ❖ *Identifikasi frekuensi tugas* - menentukan seberapa sering aktivitas harus dilakukan (frekuensi pelayanan), ini adalah penting terutama dalam jenis preventive maintenance. emergency atau jenis *reactive maintenance* yang tidak bisa ditebak, tetapi dengan preventive maintenance yang baik, frekuensi situasi darurat yang terjadi mungkin berkurang;
- ❖ *Perkirakan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan tugas* - tugas yang menunjukkan berapa lama masing-masing harus mengambil untuk menyelesaikan;
- ❖ *Mengembangkan jadwal kerja tahunan* - merencanakan kapan waktu pekerjaan pemeliharaan sepanjang tahun yang harus dilakukan;
- ❖ *Menyiapkan dan mengeluarkan perintah kerja* - mengidentifikasi apa, kapan, dimana dan oleh siapa pekerjaan pemeliharaan yang harus dilakukan,
- ❖ *Menentukan Anggaran* - menentukan biaya untuk semua kegiatan pemeliharaan untuk menghitung jam kerja, bahan, peralatan, dan biaya kontrak.

- ❖ *Catatan dan pelaporan* – mencatat apa yang dilakukan dan akan dilakukan untuk kegiatan maintenance, merangkum dan membuat laporan. Catatan berfungsi sebagai bahan analisis apa yang baik dan apa perlu untuk ditindak lanjuti berdasarkan temuan.

E. Tugas-tugas Pemeliharaan.

Seluruh tugas dalam kegiatan pemeliharaan pada dasarnya dapat dikelompokkan dalam tugas pokok sebagai berikut::

- ❖ Inspeksi (*Inspection*)
- ❖ Kegiatan Teknik (*Engineering*)
- ❖ Kegiatan Produksi (*Production*)
- ❖ Kegiatan Administrasi (*Clerical Work*)
- ❖ Pemeliharaan Bangunan (*House Keeping*)

1. Inspeksi (*Inspection*)

Kegiatan utama dari inspeksi adalah pemeriksaan rutin berkala dan berdasarkan rencana. Adapun pengecekan dilakukan terhadap seluruh aset produksi, mulai dari gedung hingga mesin. Seluruh aset harus mampu mendukung kegiatan produksi, dan jika ditemui adanya kerusakan harus segera dilaporkan pada bagian teknis. Pelaporan adalah hal akhir dari kegiatan inspeksi. Berdasarkan temuan dapat ditentukan prioritas utama dalam hal perbaikan, penggantian komponen, hingga pembelian mesin atau peralatan baru (Tabel 1.2)

2. Kegiatan Teknik (*Engineering*)

Kegiatan teknik adalah kegiatan yang mencakup layout mesin, setting mesin, perbaikan, penggantian komponen, penelitian dan pengembangan peralatan produksi. Bagian ini bertanggung jawab terhadap upaya-upaya yang dapat dilakukan agar peralatan dan

mesin mampu bertahan dan dikembangkan kinerjanya. Pembelian peralatan baru dilakukan berdasarkan penelitian atas kinerja mesin, dan jika mesin dianggap sudah tidak mampu memenuhi target yang diharapkan. Kegiatan ini juga berinisiatif terhadap rekayasa modifikasi alat atau mesin agar mampu memenuhi kebutuhan produksi.

Tabel 1.2. Contoh Borang Inspeksi Mesin

| U-M OSEH MACHINE SHOP INSPECTION FORM | | | | |
|--|--------------------|------------|-----------|-----------------|
| Room _____ | Building _____ | Date _____ | | |
| Supervisor _____ | Inspected by _____ | | | |
| GENERAL SAFETY | YES | NO | NA | COMMENTS |
| Administrative responsibility for shop safety has been clearly defined. | | | | |
| Employees and students have completed machine tool and facility safety training | | | | |
| Where necessary, lock-out/tag-out procedures are documented for each piece of equipment, and training has been provided | | | | |
| Protective eyewear worn at all times | | | | |
| Safety training documented and posted in a central location | | | | |
| Student access limited to regular hours of operation | | | | |
| Mandatory student "buddy system" enforced | | | | |
| Long, loose hair must be contained in a scarf, cap or other appropriate fashion | | | | |
| Loose clothing, loose neck wear and jewelry not being worn while operating, or in proximity to, machinery | | | | |
| Leather shoes are required | | | | |
| Long sleeves on shirts must be rolled up snugly above the elbows | | | | |
| Compressed air is reduced to 30 psi and is not used to clean person or clothes | | | | |
| GENERAL MACHINE SAFETY | YES | NO | NA | COMMENTS |
| Machinery installed to prevent unintentional movement or tipping | | | | |
| A brush is available to remove stock shavings and chips | | | | |
| Machinery located so that operator and others tending the machine do not stand in an aisle | | | | |
| Powered electrical equipment has an on-off switch | | | | |
| When unexpected motion would cause injury, actuating controls are guarded or located to prevent accidental actuation, and precautions have been taken to prevent a machine from automatically restarting upon the restoration of power after a power failure | | | | |
| A red emergency stop device is provided where the machine workstation is remotely located from the machine controls | | | | |
| Actuation of the controls requires continuous depressions during the hazardous portion of the machine cycle where the machine workstation is remotely located from the machine controls | | | | |

| ELECTRICAL SAFETY | YES | NO | NA | COMMENTS |
|--|------------|-----------|-----------|-----------------|
| All electrical service cords are in good condition | | | | |
| Electrically powered machines are grounded | | | | |
| Proper use of extension cords | | | | |
| All electrical receptacles within 36" of sinks have GFCI | | | | |
| Extension cords are not used as a permanent source of electricity | | | | |
| MILL | YES | NO | NA | COMMENTS |
| Machine torque not used to loosen cutting tools or nuts | | | | |
| Chip guard installed between point of operation and operator/other employees in range | | | | |
| Work piece secured properly with clamps before mill movement | | | | |
| Mill bed kept clear of excess tools and stock | | | | |
| Manual adjustments of operation performed after work piece has stopped | | | | |
| DRILL PRESS | YES | NO | NA | COMMENTS |
| Securely anchored to the floor preventing inadvertent tipping/moving | | | | |
| All work being drilled is securely clamped to drill bed | | | | |
| Drill speed appropriate for stock being worked | | | | |
| Sharp tool bits and countersinks used accordingly | | | | |
| Chuck key counterweighted, interlocked or spring loaded for ejection | | | | |
| SHEET METAL SHEAR | YES | NO | NA | COMMENTS |
| Blade and hold down clamp guarded by a fixed barrier or automatic clamps set within 1/4" of the table/stock | | | | |
| Pusher stick being used prior to shearing small pieces of stock | | | | |
| Point of operation guard is in place | | | | |
| Employee tending the backside is separated from the moving parts | | | | |
| Operator's area clean of shear scrap eliminating slip or trip fall hazard | | | | |
| LATHE | YES | NO | NA | COMMENTS |
| T-Handle removed from the chuck and stored in designated area | | | | |
| Lathe chuck removed manually, not by powering the lathe | | | | |
| Lathe chuck key counterweighted to return to storage position | | | | |
| Lathe chuck key spring loaded to eject it from the chuck | | | | |
| Lathe chuck key interlocked to prevent chuck being powered by key | | | | |
| All tools removed from the lathe carriage or lathe bed | | | | |
| Metal and plastic chips/shavings removed by tool, not hands | | | | |
| Cutting tools and bits in good condition | | | | |
| Lathe preventative maintenance schedule in place | | | | |
| HOUSEKEEPING/HAZARD COMMUNICATION | YES | NO | NA | COMMENTS |
| Materials, including scrap and debris, are contained in a manner that does not create a hazard | | | | |
| The floor of the work area is free of hazardous accumulations of debris, oil and water and other slip/trip hazards | | | | |
| Storage areas are free of accumulations of materials that constitute a hazard from fire, explosion or pest harborage | | | | |
| All safety cans are red in color | | | | |
| All emergency stop devices on machines (except cables) are red in color | | | | |

3. Kegiatan Produksi (*Production*)

Kegiatan inti pemeliharaan adalah memperbaiki dan mereparasi peralatan dan mesin. Dalam kegiatan produksi inilah pemeliharaan benar-benar dilaksanakan dan ditelaah. Seluruh karyawan turut serta dalam kegiatan ini. Kegiatan diawali dari kebersihan mesin, lingkungan, perawatan pelumasan, pengecekan kesiapan kerja mesin dan keselamatan kerja. Seluruh kegiatan ini berdasarkan saran dan perintah kerja bagian teknik.

4. Kegiatan Administrasi (*Clerical Work*)

Kegiatan yang tidak kalah penting adalah kegiatan administrasi. Unsur administrasi menjadi penting, karena dari kegiatan ini akan terekam sejarah pemakaian alat dan mesin. Berapa lama mesin telah dipakai, kerusakan apa yang pernah terjadi, komponen apa yang telah diganti dan apa yang telah dilakukan terhadap mesin. Pencatatan juga dilakukan apakah kinerja mesin sesuai harapan, jika tidak apakah telah memenuhi Prosedur Operasional Standar (POS).

5. Pemeliharaan Bangunan (*House Keeping*)

Kegiatan ini adalah kegiatan dalam kerangka agar fasilitas pendukung kegiatan yang berupa gedung dan perlengkapannya dapat mendukung produksi. Kegiatan utama adalah menjaga kebersihan dan perawatan dinding dan konstruksi serta saran pendukungnya, seperti: AC, sanitari, alat keselamatan kerja, sarana pemadam kebakaran dan lain sebagainya.

F. Persediaan (*Inventory*)

Persediaan adalah daftar gambaran fisik (mesin, wilayah, bahan, dll) dari aset yang memerlukan pemeliharaan. Jenis data yang akan disimpan bervariasi sesuai aktivitas pemeliharaan dan tugas yang diperlukan. Tabel 1.4 memberikan contoh detail jenis persediaan.

Table 1.3. Contoh Persediaan

| Maintenance Activity | Inventory Items |
|---------------------------|--|
| 1100 - Building Custodial | . area of floor surface . number of light fixtures/bulbs . number of doors |
| 1101 - Building Cleaning | . area of floor surface . number of windows . area of wall |
| 1302 - Culvert Inspection | . number of culverts |
| 1310 - Ditching | . length of ditches |

G. Jadwal Kerja

Semua jadwal kerja dan daftar kegiatan pemeliharaan harus dilakukan untuk sepanjang tahun untuk setiap aset. Ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi beban kerja tertinggi dan terendah, yaitu di mana pemerataan kerja, lembur dan/atau diperlukannya tenaga paruh waktu. Hal ini juga berfungsi sebagai dasar penyusunan dan mengeluarkan perintah kerja terjadwal dan penyusunan anggaran pemeliharaan. Ketika semua perintah kerja telah terdaftar dan jam didistribusikan, sub-total dari setiap periode untuk setiap pekerja dapat dihitung. Proses ini diulang untuk permintaan pekerjaan yang harus dilakukan oleh pekerja lain, dan diperluas ke semua aset untuk mendapatkan profil beban kerja tahunan bagi masing-masing pekerja.

Dalam melakukan kegiatan berdasarkan jadwal kerja perlu adanya diperhatikan hal-hal berikut:

- Prioritas kegiatan harus berdasarkan kategori kerusakan
- Penjadwalan kegiatan harian, mingguan, bulan dan seterusnya berdasarkan manual mesin dan petunjuk teknis dari bagian teknik.
- Pemeliharaan harus dilakukan oleh orang yang kompeten dan dianjurkan yang telah bersertifikat

- Pemeliharaan rutin harian harus dilakukan operator mesin
- Pemeliharaan rutin terjadwal dan terstruktur agar tidak mengganggu kegiatan produksi
- Setiap kegiatan terdokumentasi.

Jadwal pemeliharaan yang baik adalah berdasarkan pedoman yang pasti. Pedoman pemeliharaan dapat disusun berdasarkan waktu dan menunjukkan bagian mana yang harus diperiksa dan bagaimana melakukannya. Perlu diingat pula bahwa penyusunan jadwal yang baik harus mengacu pada manual mesin, namun dapat pula disusun berdasarkan pengalaman dan hasil penelitian bagian teknik.

Berikut ini adalah sebuah contoh pemeliharaan mesin bubut yang dapat dilakukan. Sebagai langkah awal adalah memperhatikan dan mengamati komponen utama mesin bubut, yaitu:

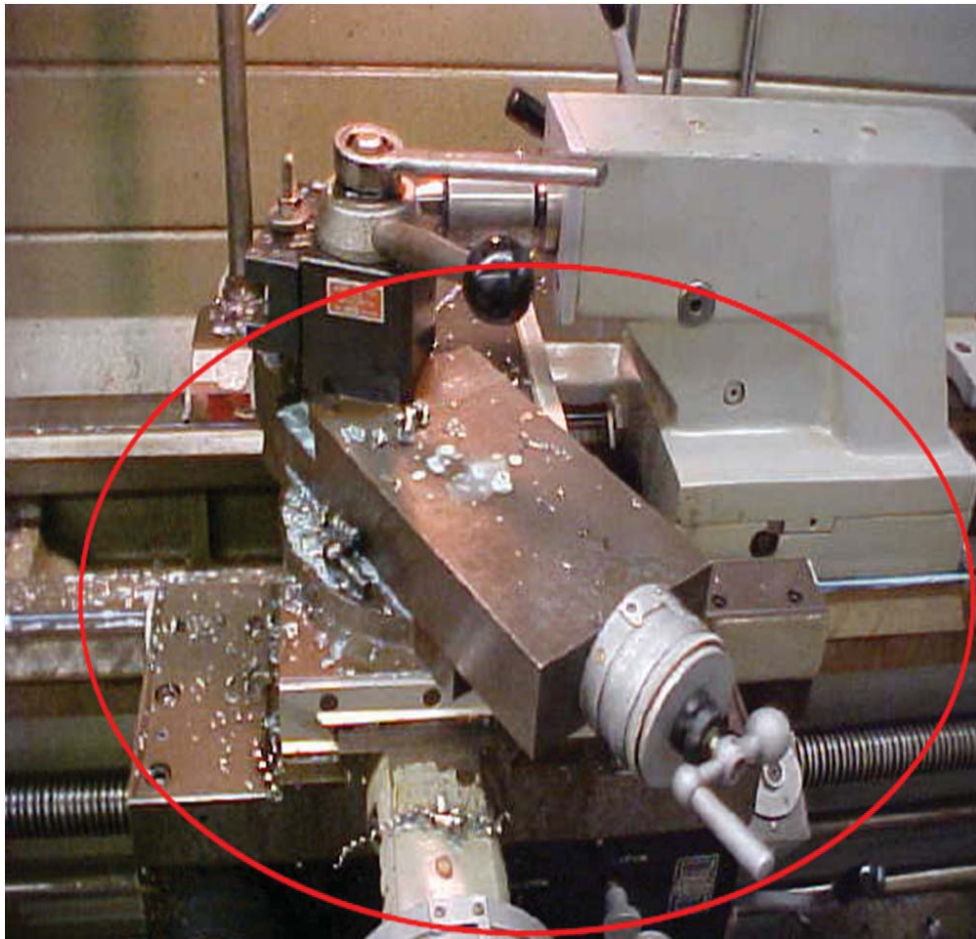
- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| 1. Lathe bed and ways | 6. Cross slide |
| 2. Head stock | 7. Compound |
| 3. Speed gears | 8. Thread casing dial |
| 4. Feed gears | 9. Tailstock |
| 5. Carriage | 10. Coolant system |

Tahap selanjutnya adalah menyusun program pemeliharaan berdasarkan waktu sebagai berikut:

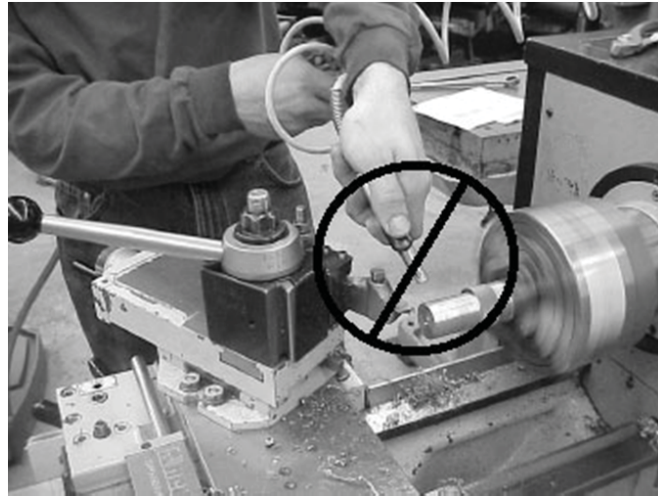
Program Harian

- Membersihkan chip dari bed dan permukaan mesin.
Gunakan kuas yang lembut dan vacum cleaner.
Catatan. Jangan menggunakan hembusan udara bertekanan dari kompresor

- Membersihkan chip dari *turret*, *housing*, komponen yang berputar dan batang ulir pembawa.
- Pastikan bahwa perangkat pelindung untuk keselamatan kerja terpasang dengan baik
- Cek apakah level oli (pelumas) sesuai dengan kapasitas yang ditentukan.



Gambar 1.4. Chip pada daerah *compound rest*



Gambar 1.5. Pemakaian kompresor tidak dianjurkan

Program Mingguan

- Cek apakah perangkat otomatis berfungsi sesuai standar kinerja mesin
- Periksa level pelumas pada kaca kontrol. Jika terlihat kurang tambahkan pelumas dan periksa apakah ada kebocoran.
- Periksa tekanan oli dari pompa hidrolik jika menggunakan sistem hidrolik
- Bersihkan seluruh permukaan dengan menggunakan pemberih ringan. Jangan menggunakan pemberih berpelarut (*solvents*).
- Bersihkan chip dari bak penampung coolant.



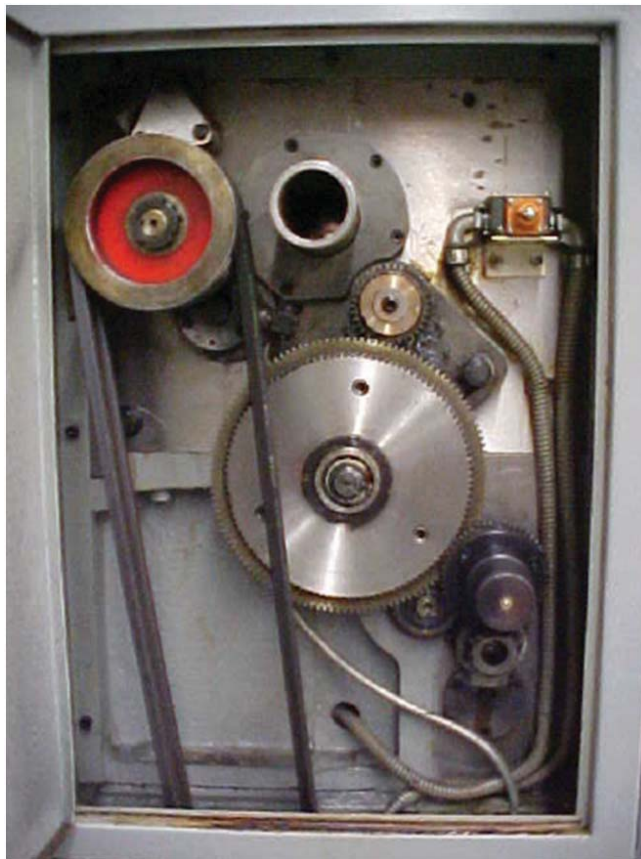
Gambar 1.6. Kaca kontrol reservoir di headstock

Program Bulanan

- Periksa secara keseluruhan dari bagian yang bergerak dan bergesekan dan berilah pelumas jika diperlukan
- Gantilah cairan coolant dan bersihkan endapan dari dalam tank. Bongkar dan bersihkan pompa coolant dan pasang kembali.

Catatan! Matikan sumber tenaga dan sistim control selama perbaikan.

- Periksa level oli pelumas Gearbox. Apabila level oli pelumas tidak sesuai standar yang diminta, maka tambahkan oli pelumas atau ganti seluruhnya.



Gambar 1.7. Sistem transmisi mesin bubut