

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Teknologi pada dunia alat berat saat ini mengalami kemajuan dan perkembangan yang pesat. Hal ini disebabkan karena produksi dan harga batubara atau emas yang meningkat pesat, hal ini memicu perkembangan dan permintaan penyediaan excavator sebagai alat pembantu proses produksi. Dalam dunia alat berat khususnya dari brand komatsu, terdapat beberapa jenis dan kegunaan alat berat tersebut, seperti excavator, compactor, boomag, loader dan crane. Perbedaan dari beberapa jenis alat berat terdapat pada kegunaan dari masing-masing alat tersebut. Permasalahan yang dialami pada dunia alat berat yaitu kondisi solar yang kurang baik, keterbatasan *sparepart*, harga *sparepart*, serta teksini yang sedikit paham akan hal itu.

Salah satu jenis dari alat berat adalah escavator. Excavator merupakan alat berat yang memiliki fungsi utama untuk menggali tanah dan memuatnya ke dalam truk atau menimbun tanah tersebut di sekitar shovel dengan cara memutar badan excavator sampai dengan sudut 360°. Selain itu excavator dapat digunakan untuk berbagai keperluan seperti pengangkatan yang berat, meratakan tanah, pembongkaran, pengerukan, penebangan pohon, memecahkan batu, serta memotong sawit menjadi bagian yang tipis atau biasa disebut chipping. (<https://golek-truk.com/blog/excavator-adalah/>)

Selain dari jenis dan fungsi dari excavator, excavator tentunya memerlukan perawatan atau yang kita kenal sebagai *maintenance*. *Maintenance* adalah suatu kegiatan untuk memelihara dan menjaga komponen agar mencapai waktu penggunaan yang semestinya, melakukan penyesuaian atau pergantian untuk mendapat suatu kondisi operasi di perlukan agar sesuai dengan perencanaan yang ada. Tujuan dari *maintenance* ini untuk merawat komponen agar mencapai waktu penggunaan yang semestinya dan terhindar dari *breakdown*.

Preventive maintenance (PM) adalah kegiatan pemeliharaan yang dilakukan secara teratur atau terjadwal untuk mencegah terjadinya kerusakan pada peralatan

atau aset. Tujuan dari PM adalah untuk menjaga agar peralatan atau aset tetap berfungsi dengan baik dan optimal, sehingga dapat mengurangi risiko downtime, meningkatkan produktivitas, dan menghemat biaya.

Preventive maintenance merupakan hal penting yang perlu dilakukan perusahaan atau industri untuk menjaga mesin selalu dalam kondisi yang baik. Kegiatan ini biasa dilakukan oleh perusahaan skala pabrik yang dalam proses produksinya memerlukan bantuan mesin-mesin besar dengan berbagai fungsi. (<https://www.acerid.com/berita-bisnis/jenis-preventive-maintenance-dan-manfaatnya>)

Dalam *maintenance* yang diterapkan pada excavator komatsu pc 200-7/8 ini terdapat penggunaan *sparepart* di setiap waktu perawatannya, pada excavator terdapat pergantian setiap 250 hm, 500 hm, 750 hm, 1000 hm, dan seterusnya. Hm merupakan singkatan dari *Hours Meter* atau biasa disebut jam kerja.

Pada saat melakukan Maintenance harus mengikuti SOP yang ada dan mengutamakan perlengkapan safety dalam bekerja. Pergantian pada maintenance harus menggunakan *part genuine* dari Komatsu agar terhindar dari breakdown. (<https://drive.google.com/folderview?id=137ifhVIOjI2xyqqPg4QwMSEsVs8iLR>)

Dalam tugas akhir ini difokuskan pada metode serta *part* yang akan diganti pada *service* 1000Hm unit agar terhindar dari alat yang berpotensi mengalami kerusakan (*breakdown*), di harapkan dari hasil metode *preventif maintenance* excavator komatsu pc 200-7/8 di 1000hm agar terhindar dari kerusakan (*breakdown*), maka akan diperoleh hasil yang sesuai dengan ketentuan SOP dan terhindar dari *breakdown*.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian sebagai berikut:

1. Memberikan informasi atau tata cara yang sesuai dengan ketentuan dalam melakukan pergantian *sparepart*.
2. Memberikan informasi *sparepart* apa saja yang digunakan untuk *service* 1000Hm
3. Untuk mengetahui jadwal perawatan (*preventive maintenance*) pada excavator yang efektif.

1.3. Batasan Masalah

Agar pembahasan tidak meluas maka batasan masalah ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan *service* pada 1000 Hm.
2. Unit yang diuji merupakan excavator komatsu PC 200-7/8.
3. Metode pengerjaan, pergantian *parts* dan status *parts* sesuai dengan *standard* Komatsu dan United Tractors.
4. Semua pergantian *parts* dilakukan sendiri oleh si penulis skripsi di bawah naungan CV. Lestari Sejahtera, dan lokasi pengerjaan unit dilakukan pada Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (PUPR) Serdang Bedagai dan PT Perkebunan Nusantara (PTPN) 1 Langsa.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Memberikan informasi atas *parts* apa saja yang di ganti setiap 500Hm-3000Hm.
2. Dapat memberikan informasi sebagai bahan pertimbangan oleh perusahaan agar dapat melakukan perbaikan terkait dengan *Preventive Maintenance* pada excavator.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Alat Berat

Alat berat merupakan salah satu jenis mesin yang digunakan dalam berbagai sektor industri, konstruksi, dan pertambangan. Penggunaan alat berat sangat penting dalam mempercepat proses pekerjaan, menghemat waktu dan tenaga manusia, serta meningkatkan efisiensi kerja. Dalam artikel ini, akan dibahas secara mendalam mengenai pengertian alat berat, jenis-jenis alat berat yang umum digunakan, serta peran penting alat berat dalam berbagai sektor.

Alat berat dapat didefinisikan sebagai mesin-mesin berukuran besar yang digunakan untuk kegiatan konstruksi, seperti memindahkan material, menggali tanah, atau meratakan permukaan tanah. Alat berat juga sering digunakan dalam sektor pertambangan untuk mengangkut material tambang atau menggali bahan galian. Dalam industri, alat berat memiliki peran yang sangat vital dalam mempercepat proses produksi dan memudahkan pekerjaan manusia.

Jenis-jenis alat berat yang umum digunakan antara lain excavator, bulldozer, loader, grader, dan dump truck. Excavator adalah alat berat yang digunakan untuk menggali tanah atau material lainnya dengan menggunakan lengan mekanik yang fleksibel. Bulldozer, seperti namanya, digunakan untuk meratakan permukaan tanah dengan menggunakan pisau besar di bagian depannya. Loader adalah alat berat yang digunakan untuk memindahkan material, seperti pasir, batu, atau tanah, dengan menggunakan bucket di bagian depannya. Grader digunakan untuk meratakan permukaan jalan atau lahan dengan menggunakan pisau besar di bagian tengahnya. Sedangkan dump truck adalah truk yang dilengkapi dengan bak besar di bagian belakangnya untuk mengangkut material dalam jumlah besar.

Peran penting alat berat dalam berbagai sektor tidak dapat diabaikan. Dalam sektor konstruksi, alat berat digunakan untuk mempercepat proses pembangunan, seperti menggali pondasi, mengangkut material, atau meratakan permukaan tanah.

Dalam sektor pertambangan, alat berat digunakan untuk menggali bahan galian atau mengangkut material tambang. Dalam sektor industri, alat berat digunakan untuk memindahkan material dalam jumlah besar, seperti pasir, batu, atau tanah, yang akan digunakan dalam proses produksi.

Selain itu, penggunaan alat berat juga memberikan beberapa keuntungan. Pertama, alat berat dapat menghemat waktu dan tenaga manusia. Dengan adanya alat berat, pekerjaan yang sebelumnya membutuhkan waktu lama dan banyak tenaga manusia, dapat diselesaikan dengan lebih cepat dan efisien. Kedua, alat berat juga dapat meningkatkan efisiensi kerja. Dalam industri, alat berat dapat membantu dalam proses produksi dengan mempercepat aliran material dan mengurangi waktu henti produksi. Ketiga, alat berat juga memberikan keamanan dan kenyamanan bagi pekerja. Dalam pekerjaan yang berat dan berisiko tinggi, alat berat dapat mengurangi risiko kecelakaan kerja dan memberikan kenyamanan bagi pekerja.

Namun, penggunaan alat berat juga memiliki beberapa risiko. Pengoperasian alat berat membutuhkan keahlian khusus dan pengetahuan yang baik. Kesalahan dalam pengoperasian alat berat dapat menyebabkan kerusakan pada mesin atau bahkan kecelakaan kerja yang fatal. Oleh karena itu, pelatihan dan sertifikasi operator alat berat sangat penting untuk memastikan penggunaan alat berat yang aman dan efisien.

Dalam kesimpulan, alat berat merupakan mesin-mesin berukuran besar yang digunakan dalam berbagai sektor industri, konstruksi, dan pertambangan. Penggunaan alat berat memiliki peran yang sangat penting dalam mempercepat proses pekerjaan, menghemat waktu dan tenaga manusia, serta meningkatkan efisiensi kerja. Meskipun memiliki risiko, penggunaan alat berat dapat memberikan banyak manfaat jika dilakukan dengan baik dan aman. Oleh karena itu, pemahaman mengenai pengertian alat berat dan pengetahuan mengenai jenis-jenis alat berat yang umum digunakan sangatlah penting dalam dunia industri dan konstruksi.

Alat berat merupakan mesin-mesin yang digunakan dalam industri konstruksi untuk melaksanakan berbagai tugas berat seperti menggali, mengangkut,

memindahkan, dan meratakan tanah. Alat berat juga sering digunakan dalam industri pertambangan, perkebunan, dan sektor lainnya yang membutuhkan tenaga dan daya angkut yang besar. (<https://geograf.id/jelaskan/pengertian-alat-berat/#:~:text=Alat%20berat%20merupakan%20mesin-mesin%20yang%20digunakan%20dalam%20industri,yang%20membutuhkan%20tenaga%20dan%20daya%20angkut%20yang%20besar.>).

2.2 *Excavator*

Excavator merupakan alat berat yang memiliki fungsi utama untuk menggali tanah dan memuatnya ke dalam mobil pengangkut atau menimbun tanah tersebut di sekitaran shovel dengan cara memutar badan excavator sampai dengan sudut 360°. Selain itu excavator dapat digunakan untuk berbagai keperluan seperti mengangkat benda yang berat, meratakan tanah, pembongkaran, pengerukan, penebangan pohon, memecahkan batu, serta memotong sawit menjadi bagian yang tipis atau biasa disebut *chipping*. (<https://shasolo.com/excavator-pengertian-fungsi-dan-jenisnya/>)

Excavator itu seperti “mesin penggali super” dalam dunia konstruksi. Ini adalah alat yang dibuat khusus untuk membantu kita menggali dan mengangkat tanah, batu, atau bahan lainnya. Kalau dilihat, excavator punya lengan panjang dengan alat gali di ujungnya yang bisa bergerak ke berbagai arah.

Dulu, eskavator digerakkan dengan tenaga manusia atau hewan seperti kuda. Tapi sekarang, mereka memiliki mesin tangguh yang bisa berjalan dengan mesin diesel atau listrik. Ini membuatnya jadi sangat kuat dan efisien.

Excavator bisa besar atau kecil, tergantung pada apa yang harus dilakukan. Mereka bisa digunakan untuk membuat jalan, menggali lubang besar, atau bahkan membersihkan sungai. Jadi, bisa dibilang, eskavator adalah sahabat utama dalam proyek-proyek besar. (<https://golektruk.com/blog/excavator-adalah/>).

2.2.1. *Klasifikasi Attachment Excavator*

Sama halnya dengan yang lain, excavator juga memiliki beberapa klasifikasi, berikut merupakan klasifikasi dari excavator :

1. *Breaker Attachment*

Breaker Excavator adalah excavator yang berfungsi untuk memecahkan batu atau material yang bersifat keras lainnya.



Gambar 2.1 *Breaker Attachment*

2. *Ripper Attachment*

Ripper attachment berfungsi untuk memecahkan lapisan tanah atau permukaan jalan yang keras.



Gambar 2.2 *Ripper Attachment*

3. *Quick Hitch Attachment*

Attachment ini berfungsi untuk membantu pengguna alat berat dalam menyelesaikan pekerjaan yang berbeda dari yang dapat dilakukan oleh alat berat tanpa *attachment*.



Gambar 2.3 *Quick Hitch Attachment*

4. *Chiping Attacment*

Attachment ini memiliki fungsi untuk menipiskan batang sawit agar menjadi bagian yang kecil.



Gambar 2.4 *Chiping Attacment*

5. *Auger Attachment*

Auger attachment memiliki fungsi untuk melubangi tanah atau bor



Gambar 2.5 *Auger Attachment*

6. *Grapple Attachment*

Grapple Excavator merupakan excavator yang berfungsi untuk memudahkan dalam mengangkat kayu dan meneruskannya ke dalam mobil pengangkut.



Gambar 2.6 *Grapple Attachment*

7. *Bucket Attachment*

Bucket Excavator merupakan excavator yang berfungsi untuk menggali dan mengangkat tanah ke dalam mobil pengangkut.



Gambar 2.7 *Bucket Attachment*

8. *Thumb Clip Attachment*

Thumb attachment merupakan alat tambahan untuk menggenggam dan mengangkat material besar seperti batu, kayu, atau pipa. Berikut merupakan gambar dari thumb attachment.



Gambar 2.8 *Thumb Clip Attachment*

9. *Tilt Bucket Attachment*

Tilt bucket merupakan salah satu bagian-bagian *wheel loader* dengan fungsi sebagai garpu pemegang bucket.



Gambar 2.9 *Tilt Bucket Attachment*

10. *Rotary Grapple Attachment*

Rotary grapple Excavator merupakan excavator yang berfungsi untuk memudahkan dalam mengangkat kayu dan meneruskannya ke dalam mobil pengangkut namun dapat berputar 360°



Gambar 2.10 *Rotary Grapple Attachment*

11. *Fork Attachment*

Fork adalah *attachment* yang memiliki dua tusukan menyerupai bentuk garpu dan kerap digunakan untuk mengeluarkan material dari area yang cukup sulit. *Attachment fork* juga digunakan dalam alat berat *forklift* yang memiliki fungsi cukup berbeda. *Forklift* biasanya digunakan untuk mengangkat material dari ketinggian maupun sebaliknya. Material yang diangkat menggunakan *forklift* biasanya diangkat menggunakan *pallet* sehingga pengangkatan material menggunakan *forklift* berjalan lebih mudah.



Gambar 2.11 *Fork Attachment*

12. *Shaker Attachment*

Bucket pengocok, juga dikenal sebagai *shaker bucket*, adalah jenis *bucket* khusus yang dirancang untuk memisahkan material berdasarkan ukuran atau densitasnya menggunakan gerakan getaran.



Gambar 2.12 *Shaker Attachment*

13. *Trenching Attachment*

Bucket pemotong, juga dikenal sebagai *trenching bucket*, adalah jenis bucket khusus yang dirancang untuk menggali parit atau saluran dengan lebar yang lebih sempit dan dalam. Ini adalah peralatan yang penting dalam konstruksi saluran air, instalasi pipa, atau proyek-proyek yang memerlukan penggalian parit presisi. Attachment ini biasa di gunakan untuk menggali parit-parit kecil pada perkebunan kelapa sawit atau menggali parit pada lahan-lahan tertentu.



Gambar 2.13 *Trenching Attachment*

14. Rake Attachment

Rake attachment berfungsi untuk mempermudah membersihkan aliran sungai atau parit yang penuh dengan rumput dan semak belukar, attachment ini dapat juga di gunakan untuk memisahkan material.



Gambar 2.14 *Rake Attachment*

2.2.2. Prinsip Kerja Excavator

Excavator merupakan salah satu alat berat yang digunakan untuk memindahkan material dan juga dapat digunakan sebagai alat memotong kayu tergantung dari *attachmentnya*. *Excavator* terdiri dari *boom* (bahu), *arm* (lengan) dan *bucket*, excavator dioperasikan oleh tenaga hidrolik yang dijalankan dengan mesin diesel yang berdiri atas rantai atau *trackhoe*. Secara umum sistem kerja excavator menggunakan hidrolik sistem untuk menggerakkan *boom*(bahu). Tentunya, dalam sistem hidrolik excavator memang tidak terlepas dari berbagai peranan komponen, seperti pompa hidrolik, selang hidrolik, filter, hingga cairan fluida berupa oli.

2.3 *Preventive Maintenance*

Ali dan Kusuma (2019), *Preventive Maintenance* dapat diartikan sebagai sebuah tindakan perawatan untuk menjaga sistem atau *sub-assembly* agar tetap beroperasi sesuai dengan fungsinya dengan cara mempersiapkan inspeksi secara sistematis, deteksi, dan koreksi pada kerusakan yang kecil untuk mencegah terjadinya kerusakan yang lebih besar. Menurut Heizer and Render (2018) menyatakan bahwa, “adalah rencana yang melibatkan pemantauan, inspeksi rutin, pelayanan, dan menjaga fasilitas agar tetap dalam kondisi baik.”. Selanjutnya Farinha (2018), “adalah pemeliharaan yang dilakukan pada interval yang telah ditentukan atau sesuai dengan kriteria tertentu guna mengurangi kemungkinan kerusakan atau penurunan kinerja suatu aset.”. Bustami dan Nurhazana (2018) mengemukakan bahwa: “*Preventive Maintenance* adalah perawatan yang bertujuan untuk mencegah terjadinya kerusakan, atau cara perawatan yang direncanakan untuk pencegahan kerusakan”. Menurut Setiadi dan Runtuk (2017), “*Preventive Maintenance* merupakan kegiatan perawatan yang dilakukan secara terjadwal dan umumnya dilakukan secara periodik”. Selanjutnya menurut Siswanto (2017), “Pemeliharaan pencegahan (*Preventive Maintenance*) adalah inspeksi periodik untuk mendeteksi kondisi yang mungkin menyebabkan produksi berhenti atau berkurangnya fungsi proses 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. Berdasarkan definisi yang disebutkan sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa pemeliharaan *preventif* adalah serangkaian tindakan perawatan yang dijadwalkan dan dilakukan sebelum atau pada titik kegagalan yang bertujuan untuk mencegah kerusakan atau kegagalan sistem atau II-2 peralatan. Tujuannya adalah untuk meningkatkan ketersediaan, memperpanjang umur operasional, dan mengoptimalkan kinerja sistem atau peralatan. Menurut Winarno dan Negara (2014), *Preventive maintenance* dapat dibagi menjadi beberapa jenis, yaitu:

1. Routine maintenance ialah perawatan yang dilakukan secara rutin atau tiap hari.

2. Periodic maintenance ialah perawatan yang dilakukan dalam jangka waktu tertentu. Contohnya satu kali setiap minggu, sebulan sekali, dan setahun sekali.
3. Emergency Maintenance merupakan tindakan perbaikan yang dilakukan secara mendesak untuk mengatasi gangguan dalam proses produksi agar tidak terhenti terlalu lama. Tindakan ini bersifat sementara hingga penggantian komponen yang menyebabkan gangguan tersebut selesai.
4. Predictive Maintenance adalah tindakan pemeliharaan yang dilakukan dengan memprediksi kapan mesin akan mengalami kerusakan berdasarkan kebiasaan, ciri-ciri, atau tanda-tanda yang menunjukkan kemungkinan kerusakan lebih serius dapat dihindari.
5. Overhaul Maintenance adalah kegiatan pemeliharaan menyeluruh tanpa koreksi atau perbaikan yang dijadwalkan dalam interval waktu tertentu. Pemeliharaan overhaul bertujuan untuk mengembalikan kinerja awal mesin agar dapat menghasilkan produk berkualitas.
6. Produktive Maintenance adalah perawatan yang bertujuan meningkatkan produktivitas mesin. Tujuan pemeliharaan produktif adalah mencegah kerusakan dan bekerja secara efektif dan efisien.
7. Total Produktive Maintenance merupakan perawatan yang melibatkan dukungan dari semua pihak untuk mencapai nilai produktivitas yang optimal.
8. Running Maintenance yaitu tindakan perawatan yang dilakukan saat fasilitas produksi sedang beroperasi. Ini mencakup cara perawatan yang direncanakan untuk diterapkan pada peralatan atau mesin yang sedang beroperasi dengan mengawasi secara aktif. II-3 9. Shutdown Maintenance ialah kegiatan perawatan yang hanya dilakukan ketika fasilitas produksi sengaja dimatikan atau dihentikan. Ini melibatkan perencanaan dan penjadwalan pemeliharaan fokus pada mengelola periode penghentian fasilitas produksi.

Maintenance merupakan suatu kegiatan untuk memelihara dan menjaga komponen sehingga mencapai waktu penggunaan yang semestinya serta memperbaiki, melakukan penyesuaian, atau penggantian yang diperlukan untuk

mendapatkan suatu kondisi operasi produksi agar sesuai dengan perencanaan yang ada. Adapun jenis – jenis *maintenance* atau perawatan dapat dibagi menjadi beberapa jenis, diantaranya ialah:

a) *Breakdown Maintenance* (Perawatan saat terjadi Kerusakan)

Breakdown Maintenance adalah perawatan yang dilakukan ketika sudah terjadi kerusakan pada mesin atau peralatan kerja sehingga mesin tersebut tidak dapat beroperasi secara normal atau terhentinya operasional secara total dalam kondisi mendadak.

b) *Preventive Maintenance* (Perawatan Pencegahan)

Preventive Maintenance adalah jenis *maintenance* yang dilakukan untuk mencegah terjadinya kerusakan pada mesin selama operasi berlangsung.

c) *Corrective Maintenance* (Perawatan Korektif)

Corrective Maintenance adalah perawatan yang dilakukan dengan cara mengidentifikasi penyebab kerusakan dan kemudian memperbaikinya sehingga mesin atau peralatan produksi dapat beroperasi normal kembali.

2.4 Tujuan Utama Perawatan

Tujuan umum dari proses perawatan adalah menitik beratkan pada langkah-langkah pencegahan untuk mengurangi atau bahkan mencegah terjadinya kerusakan pada peralatan. Hal ini dilakukan dengan memastikan tingkat keandalan dan kesiapan optimal dari peralatan, sekaligus mengurangi biaya perawatan secara efisien. Menurut Duffua et al dalam (Prihastono dan Prakoso, 2017) Sistem perawatan memiliki peran krusial dalam mencapai tujuan perusahaan, yang melibatkan peningkatan profit dan kepuasan pelanggan. Hal ini dapat dicapai dengan memanfaatkan pendekatan nilai fungsi dari fasilitas atau peralatan produksi yang ada, yaitu:

1. Meminimasi *downtime*
2. Memperbaiki kualitas
3. Meningkatkan produktivitas
4. Menyerahkan pesanan tepat waktu

Tujuan utama dari sistem perawatan itu dilakukan untuk menghindarkan suatu mesin agar tidak mengalami kerusakan yang berat, sehingga tidak diperlukan

waktu yang cukup lama dan juga biaya yang terlalu mahal untuk melakukan perawatan. Sehingga mesin-mesin dapat beroperasi seoptimal mungkin dan kegiatan produksipun berjalan dengan lancar dan mendapatkan keluaran (Out Put) produk yang berkualitas.

Menurut Kurniawan dalam Sulistyio dkk (2019), Adapun tujuan dari perawatan, adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan nilai tambah produk, sehingga perusahaan dapat bersaing dipasar global.
2. Membantu para pengambil keputusan, sehingga dapat memilih solusi optimal terhadap kebijakan perawatan fasilitas industri.
3. Meningkatkan efisiensi sumber daya produksi.
4. Melakukan perencanaan terhadap preventive maintenance, sehingga memudahkan dalam proses pengontrolan aktivitas perawatan.
5. Mereduksi biaya perbaikan dan biaya yang timbul dari terhentinya proses karena permasalahan keandalan mesin.
6. Meminimasi downtime, yaitu waktu selama proses produksi terhenti (waktu menunggu) yang dapat mengganggu proses.
7. Mengatasi segala permasalahan, yang berkenan dengan kontinuitas aktivitas produksi.
8. Memperpanjang umur pengoperasian peralatan dan fasilitas industri.
9. Peningkatan profesionalisme personil departemen perawatan industri.

Jadi, dapat disimpulkan bahwa tujuan utama dari pemeliharaan adalah untuk menjaga kinerja mesin dalam kondisi optimal dan memperpanjang umur pakainya. Hal ini bertujuan untuk mengurangi risiko kegagalan mesin, menjaga fasilitas agar tetap berfungsi dengan baik, serta memperpanjang masa pakai secara ekonomis dan mengurangi biaya pemeliharaan.

2.5. Tugas dan Aktivitas Pemeliharaan

Menurut Pranowo (2019), semua pekerjaan dalam aktivitas pemeliharaan pada dasarnya dapat dikategorikan ke dalam tugas inti berikut:

1. Inspeksi (Inspection)

Kegiatan utama dalam inspeksi melibatkan pemeriksaan rutin secara berkala sesuai rencana yang telah ditentukan. Semua aset produksi, mulai dari bangunan hingga mesin, harus menjalani pengecekan menyeluruh. Semua aset tersebut harus berfungsi optimal untuk mendukung proses produksi, dan jika terdapat kerusakan, harus segera dilaporkan kepada departemen teknis. Pelaporan merupakan tahap terakhir dari kegiatan inspeksi. Temuan dari inspeksi akan menjadi dasar untuk menetapkan.

Prioritas utama, termasuk keputusan perbaikan, penggantian komponen, bahkan hingga keputusan pembelian mesin atau peralatan baru.

1. Kegiatan Teknik (Engineering)

Kegiatan teknis melibatkan berbagai aspek seperti penataan mesin, konfigurasi mesin, perbaikan, penggantian komponen, serta penelitian dan pengembangan peralatan produksi. Bagian ini bertanggung jawab atas semua usaha yang dilakukan untuk memastikan bahwa peralatan dan mesin dapat bertahan dan meningkatkan kinerjanya. Keputusan pembelian peralatan baru didasarkan pada penelitian tentang kinerja mesin, terutama jika mesin dianggap tidak lagi mampu mencapai target yang diharapkan. Bagian ini juga aktif dalam merancang modifikasi peralatan atau mesin untuk memenuhi kebutuhan produksi.

2. Kegiatan Produksi (Production)

Fokus utama dari kegiatan pemeliharaan adalah melakukan perbaikan dan reparasi pada peralatan dan mesin. Pemeliharaan benar-benar diimplementasikan dan dievaluasi selama kegiatan produksi. Seluruh tim karyawan berpartisipasi aktif dalam proses ini. Kegiatan dimulai dengan menjaga kebersihan mesin, lingkungan, melakukan perawatan pelumasan, serta memeriksa kesiapan kerja mesin dan faktor keselamatan kerja. Semua langkah ini dijalankan berdasarkan petunjuk dan perintah kerja dari bagian teknik.

3. Kegiatan Administrasi (Clerical Work)

Aktivitas administratif juga merupakan hal yang signifikan. Komponen administratif memiliki kepentingan tersendiri karena dari kegiatan ini akan terdokumentasi riwayat penggunaan alat dan mesin. Informasi mengenai seberapa lama mesin

digunakan, kerusakan yang pernah terjadi, komponen yang telah diganti, dan tindakan yang diambil terhadap mesin dapat terekam melalui kegiatan administrasi. Pencatatan juga mencakup evaluasi apakah kinerja mesin sesuai dengan harapan, dan jika tidak, apakah telah mematuhi Standar Operasional Prosedur (SOP).

2.6. Syarat Agar Pemeliharaan Lebih Efisien

Syarat-syarat agar pekerjaan bagian pemeliharaan dapat lebih efisien.

Menurut Ansori & Mustajib (2014), Jika pemeliharaan dilakukan dengan interval waktu yang terlalu singkat, maka biaya pemeliharaan akan meningkat signifikan, sementara biaya kerusakan menjadi relatif kecil. Di sisi lain, jika pemeliharaan dilakukan pada interval waktu yang terlalu panjang, dapat menyebabkan biaya kerusakan yang tinggi, namun biaya pemeliharaan menjadi minim.

Walaupun kebijakan telah ditentukan, tetapi dalam pelaksanaan kebijaksanaan tersebut, manajer bagian pemeliharaan harus memperhatikan enam prasyarat agar kerja bagian pemeliharaan dapat efisien. Menurut Pranowo (2019) Keenam persyaratan tersebut adalah:

1. Harus ada data mengenai mesin dan peralatan yang dimiliki oleh perusahaan.
Dalam hal ini data yang dimaksudkan adalah seluruh data mengenai mesin, nomor, umur dan tahun pembuatan, keadaan dan kondisinya, untuk pembebanan dalam operasi yang direncanakan tiap per jam dan bagaimana operator dalam mengatasi mesin-mesin tersebut.
2. Harus ada planning dan scheduling.
Dalam hal ini harus disusun perencanaan kegiatan pemeliharaan dalam jangka waktu panjang atau dalam waktu pendek, seperti preventive maintenance keadaan yang harus diawasi setiap saat seperti pembersihan mesin, pelumasan, dan perlu juga direncanakan berapa jumlah tenaga pemelihara yang harus ada supaya pemeliharaan dapat berjalan dengan baik tanpa mengganggu proses kerja perusahaan.
3. Harus ada surat perintah kerja yang tertulis.
Surat perintah ini memberitahukan atau menyatakan tentang:
 - a. Apa yang harus dikerjakan.
 - b. Siapa yang mengerjakan dan bertanggung jawab.

- c. Dimana dikerjakan apakah di dalam pabrik atau di luar pabrik.
 - d. Ditentukan berapa tenaga dan bahan alat-alat yang dibutuhkan.
 - e. Waktu yang dibutuhkan untuk mengerjakan pekerjaan tersebut dan waktu penyelesaiannya.
4. Harus ada persediaan alat-alat atau spare parts.

Proses pelaksanaan kegiatan pemeliharaan ini dibutuhkan adanya spare parts dan material ini harus disediakan dan diawasi. Maka manajer bagian pemeliharaan harus selalu berupaya agar spare parts tetap ada pada saat dibutuhkan dengan jumlah yang cukup.
 5. Harus ada pencatatan (records).

Catatan tentang kegiatan pemeliharaan yang dilakukan dan apa yang perlu untuk kegiatan maintenance tersebut. Dengan adanya pencatatan ini maka akan memudahkan dalam melakukan pemeliharaan untuk penggambaran kondisi kendaraan.
 6. Harus ada laporan, pengawasan, dan analisis (reports, control, and analysis).

Laporan tentang progress yang diadakan, pembetulan yang diadakan dan pengawasan. Kalau pemeliharaan baik, maka ini sebenarnya berkat laporan dan pengawasan yang ada. Dimana kita bisa melihat efisiensi dan penyimpangan yang ada. Di samping itu juga perlu dilakukan penganalisisan tentang kegagalan yang pernah terjadi agar tidak terulang kembali.

2.7 Metode Mean Time Between Failure (MTBF)

Mean Time Between Failure (Torrel & Avelar dalam Setyo, et al, 2013) adalah ukuran dasar dari keandalan sistem. MTBF merupakan waktu rata-rata yang dibutuhkan oleh sistem untuk bekerja tanpa mengalami kegagalan dalam periode tertentu. Waktu rata-rata antar kegagalan (MTBF) adalah waktu rata-rata yang berlalu antara kegagalan perangkat keras yang dapat diperbaiki dan kegagalan berikutnya terjadi. MTBF mengukur ketersediaan dan keandalan, sehingga semakin tinggi jumlah MTBF, semakin andal sistem tersebut. MTBF adalah metrik yang bertujuan untuk membantu pelanggan membuat keputusan yang tepat tentang kapan harus meningkatkan sistem atau melakukan pemeliharaan perangkat keras. Jika, setelah fase pemeliharaan *preventif*, MTBF membaik, hal ini menunjukkan peningkatan

keandalan perangkat keras. Peningkatan MTBF juga menunjukkan efisiensi proses pemeliharaan.

Mean Time Between Failures (MTBF) diukur dalam satuan jam. Keandalan suatu sistem atau produk dapat diukur dari nilai MTBF; semakin tinggi nilai MTBF, semakin tinggi tingkat keandalan. Bagi produsen, nilai MTBF memiliki signifikansi besar dalam pengambilan keputusan, karena nilai ini memberikan informasi mengenai masa hidup produk. Keputusan ini berdampak pada pemilihan produk yang akan digunakan untuk mendukung kelancaran suatu sistem.

MTBF, yang merupakan singkatan dari Mean Time Between Failures, adalah waktu yang diperlukan antara satu kegagalan dengan kegagalan berikutnya pada suatu sistem atau produk. Secara matematis, nilai MTBF dapat dihitung dengan membagi total waktu operasional tanpa kegagalan dengan jumlah total kegagalan yang terjadi. Persamaan untuk menghitung MTBF adalah:

$$MTBF = \frac{\text{Total Operation Time}}{\text{Breakdown Frequency}}$$

Keterangan :

MTBF = *Mean Time Between Failure*

Total Operation Time = Total waktu operasional antara kegagalan

Breakdown Frequency = Jumlah total kegagalan.

2.7.1 Langkah-langkah Meningkatkan *Mean Time Between Failure* (MTBF)

Peningkatan *Mean Time Between Failure* (MTBF) berkontribusi pada peningkatan durasi operasional suatu perangkat. Memantau *Mean Time Between Failure* (MTBF) untuk setiap peralatan, khususnya yang membutuhkan operasi terus-menerus, memberikan kesempatan kepada tim pemeliharaan untuk merencanakan kegiatan pemeliharaan dengan lebih efektif. Beberapa tindakan yang dapat diimplementasikan untuk meningkatkan *Mean Time Between Failure* (MTBF) adalah sebagai berikut:

1. Tahap awal melibatkan kepastian bahwa data yang dikumpulkan sangat akurat. Penggunaan berbagai alat perawatan dapat membantu memastikan keakuratan data yang direkam.
2. Selanjutnya, langkah berikutnya adalah memanfaatkannya untuk melaksanakan pemeliharaan preventif dengan mengumpulkan data secara proaktif.

2.8 Metode *Mean Time To Repair (MTTR)*

Menurut Torrel & Avelar dalam Setyo, et al (2013), *Mean Time To Repair (MTTR)* adalah periode waktu yang diperlukan untuk mengembalikan suatu sistem ke kondisi operasional setelah mengalami kegagalan. Proses ini mencakup waktu untuk mendiagnosa masalah, mendapatkan teknisi, dan melakukan perbaikan pada sistem (*hardware*). Seperti halnya MTBF, MTTR diukur dalam satuan waktu seperti jam. MTTR mencerminkan ketersediaan sistem dan bukan keandalan seperti MTBF. Semakin tinggi nilai MTTR atau semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk memulihkan sistem, semakin rendah ketersediaannya. Di sisi lain, *Mean Time to Failure (MTTF)* adalah waktu rata-rata antara kegagalan pada perangkat keras yang tidak dapat diperbaiki. MTTF mengukur keandalan sistem yang tidak dapat diperbaiki dan mencerminkan periode di mana sistem diharapkan beroperasi sebelum mengalami kegagalan total.

MTTR merupakan parameter penting yang perlu dipertimbangkan sejak awal perencanaan dan perancangan suatu sistem. Parameter ini sangat berguna dalam mengevaluasi aksesibilitas atau lokasi komponen sistem, seperti meletakkan komponen yang sering mengalami kegagalan di tempat yang mudah diakses untuk penggantian. Di sisi lain, MTTF menjadi metrik krusial untuk mengukur masa pakai perangkat keras yang dapat diganti atau tidak dapat diperbaiki, seperti *keyboard*, baterai, telepon meja, dan sejenisnya. MTTR juga dapat memberikan panduan dalam menentukan perangkat teknologi mana yang sebaiknya dilengkapi dengan cadangan dan mana yang tidak. Nilai MTTR yang tinggi menjadi indikator bahwa perangkat teknologi tersebut sebaiknya disiapkan sebagai cadangan. Tujuan dari penyediaan cadangan ini adalah untuk memastikan kelancaran operasional perusahaan secepat mungkin setelah terjadi kerusakan. Perhitungan perkiraan nilai MTTR dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

$$MTTR = \frac{Breakdown\ Time}{Frekuensi\ Breakdown}$$

Keterangan :

MTTR = *Mean Time To Repair*

Breakdown Time = Waktu yang dihabiskan untuk perbaikan.

Frekuensi Breakdown = Jumlah perbaikan.

2.8.1 Langkah-langkah Menurunkan *Mean Time To Repair (MTTR)*

Beberapa langkah untuk mengurangi Mean Time To Repair (MTTR) adalah sebagai berikut:

1. Analisis breakdown yang terjadi setiap bulan dengan fokus pada area atau proses yang menyebabkan breakdown terbesar atau paling sering. Bentuk tim khusus untuk mengidentifikasi dan menyelesaikan masalah tersebut.
2. Setiap kali terjadi breakdown, yang umumnya membutuhkan alat, dll., lakukan analisis terhadap aktivitas ini. Jika dibutuhkan alat yang tidak standar, letakkan alat tersebut di dekat area mesin yang memerlukannya. Standarisasi alat-alat maintenance tim juga sangat penting. Alat-alat ini harus selalu dibawa oleh tim maintenance ketika mereka pergi ke lapangan untuk menangani masalah. Audit secara berkala terhadap kelengkapan alat-alat ini perlu dilakukan untuk memastikan disiplin dalam perawatan dan penggunaannya.
3. Jika diperlukan penggunaan suku cadang, suku cadang yang akan diambil harus dapat ditemukan dengan cepat, dengan batas waktu maksimal pengambilan adalah 5 menit, yang berarti sistem 5S di gudang logistik perlu diperbaiki.
4. Peran operator sangat penting ketika terjadi downtime di lapangan. Operator setidaknya harus dapat mengidentifikasi kegagalan fungsi yang terjadi, dan dapat mengkomunikasikan kebutuhan perawatan, jika diperlukan. Jika operator dapat menangani sendiri (perawatan mandiri), maka alat yang diperlukan oleh operator harus selalu tersedia di dekat mesin. Diperlukan disiplin untuk menjaga agar alat-alat ini tetap dalam kondisi baik dan terawat.
5. Keterampilan dan pengetahuan tim di lantai produksi juga merupakan faktor penting. Ini sering menjadi hambatan jika keterampilan tim maintenance tidak sejajar (setidaknya hampir sama).

2.9 Ketersediaan (*Availability*)

Definisi ketersediaan Menurut Torrel & Avelar dalam Setyo, et al (2013) adalah probabilitas bahwa perangkat akan melakukan fungsi yang diperlukan tanpa kegagalan dalam kondisi persyaratan untuk jangka waktu tertentu. Sebelum

ketersediaan sistem dapat ditentukan, ketersediaan perangkat yang harus dipahami. Penting untuk diingat bahwa setiap perangkat akan memiliki probabilitas kegagalan.

Ada dua faktor utama yang terlibat dalam perhitungan ketersediaan: Mean Time Between Failure (MTBF) dan Mean Time To Repair (MTTR). MTBF diperoleh dari membagi antara total waktu masa optimal dengan jumlah kerusakan yang terjadi. MTTR adalah waktu rata-rata untuk memperbaiki dan mengembalikan perangkat untuk kembali ke keadaan normal. Setelah MTBF dan MTTR diketahui, ketersediaan komponen dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$Availability = \frac{Total\ Operation\ Time}{Loading\ Time} \times 100\ %$$

Jika perhitungan menunjukkan bahwa ketersediaan (*Availability*) mesin berstandar adalah 90%, maka jika angka tersebut kurang dari 90%, dapat dianggap bahwa mesin sedang beroperasi di bawah tingkat optimal dan efektif. Oleh karena itu, sebagai tindakan antisipatif terhadap kemungkinan kerusakan mendadak, disarankan untuk melaksanakan Pemeliharaan *Preventif* secara terjadwal.

Nilai dari *availability* dan *reliability* sangat penting untuk dituntut setinggi mungkin bahkan kalau bisa dapat mencapai nilai sempurna. Suatu layanan yang baik tentu dapat memberikan nilai lebih bagi suatu perusahaan. Layanan dalam hal ini dapat berupa kinerja suatu sistem atau kinerja dari manusia. Kinerja yang baik dari suatu sistem dapat memberikan kelancaran operasional bagi Perusahaan dimana kelancaran tersebut dapat memberikan keuntungan, baik berupa materi maupun kemudahan dalam proses bisnis.

2.10 Perlengkapan *Safety* Untuk Melakukan *Maintenance*

Berikut perlengkapan *safety* yang di perlukan dalam melakukan *maintenance*.

1. *Safety Helmet*

Safety helmet memiliki fungsi untuk meminimalisir benturan dan melindungi kepala dari benturan besi atau benda lain yang berpotensi melukai kepala.



Gambar 2.15 *Safety Helmet*

2. *Safety shoes*

Safety Shoes memiliki fungsi untuk melindungi kaki dari besi tajam bekas potongan besi ataupun benda tajam lainnya.



Gambar 2.16 *Safety shoes*

3. Baju *WEARPACK APD SKOTLET*

Baju *wearpack skotlet* berfungsi untuk melindungi kulit dari benda tajam serta memantulkan cahaya jika bekerja pada malam hari.



Gambar 2.17 Baju *WEARPACK APD SKOTLET*

7. Celana *jeans*

Celana *jeans* memiliki fungsi untuk melindungi kulit dari komponen yang tajam.



Gambar 2.18 Celana *jeans*

8. Sarung Tangan

Sarung tangan memiliki fungsi untuk melindungi tangan dari benda tajam.



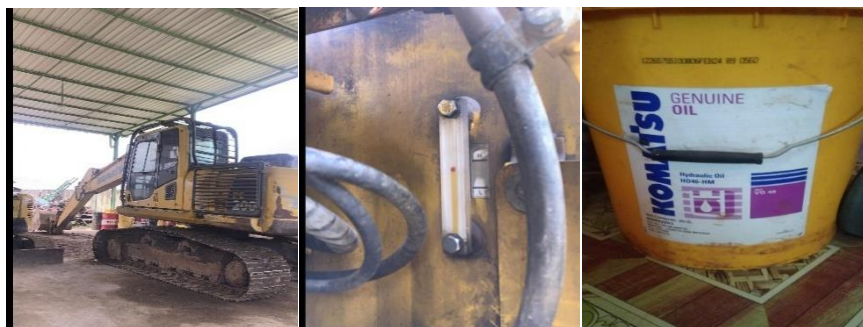
Gambar 2.19 Sarung Tangan

2.11 Pemeliharaan dan Pemeriksaan Harian Sebelum Alat di Hidupkan

P2H merupakan pengecekan seluruh pada unit sebelum dilakukan engine starts dan engine runing. Adapun P2H pada excavator ini meliputi pengecekan *level* oli pada komponen komponen tertentu seperti pengecekan pada oli *hydraulic*, oli *swing*, oli mesin, *coolant*, *greasing*, pengecekan pada *battery* dan pengecekan pada *belt*. Berikut adalah gambar pengecekan kondisi level oli sebelum alat dihidupkan:

1. Pengecekan pada Oli *Hydraulic*

Pada saat melakukan pengecekan level oli *hydraulic* posisi alat harus seperti gambar di bawah ini. Dan oli *hydraulic* itu sendiri menggunakan oli VG-46 KOMATSU.



Gambar 2.20 Pengecekan pada Oli *Hydraulic*

2. Pengecekan pada Oli *Swing*

Sebelum menghidupkan alat diharuskan untuk melakukan pengecekan pada oli *swing*, pastikan oli berada pada level stik oli *swing*. Dan oli *swing* itu sendiri menggunakan oli TO-30 KOMATSU.



Gambar 2.21 Pengecekan Pada *Oli Swing*

3. Pengecekan pada Oli Mesin

Sebelum menghidupkan mesin tentu kita wajib mengecek level oli mesin pada *stick* untuk mengetahui kurang atau tidaknya. Dan oli mesin itu sendiri menggunakan oli 15W-40.



Gambar 2.22 Pengecekan pada Oli Mesin

4. Pengecekan Pada Air Radiator/*Coolant*

Pengecekan air radiator sangatlah penting karena air radiator berfungsi untuk mendinginkan mesin. Dan air radiator itu sendiri menggunakan AFNAC COOLANT KOMATSU.



Gambar 2.23 Pengecekan Pada Air Radiator (*coolant*)

5. *Greasing* Pada Alat Berat

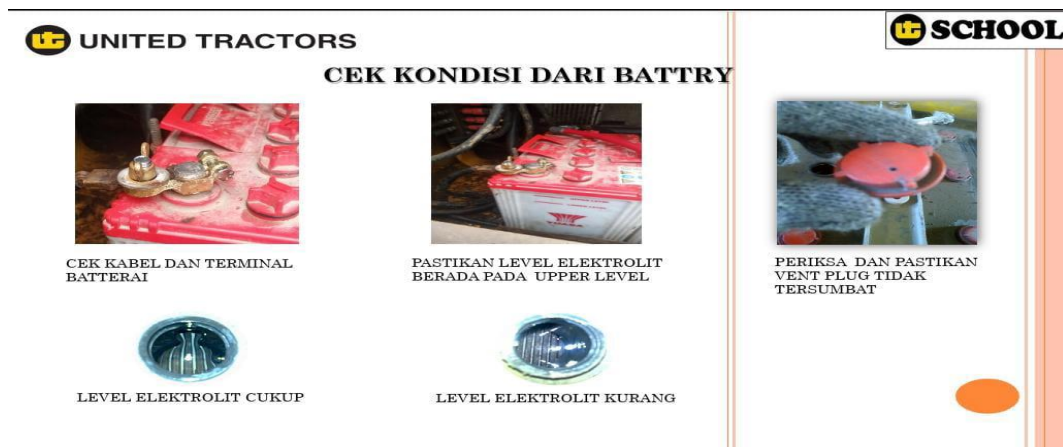
Greasing berfungsi untuk melumasi pin dan *nevel* track agar tidak cepat aus menggunakan gemuk atau *grease* dari komatsu.



Gambar 2.24 *Greasing* Pada Alat Berat

6. Pengecekan Kondisi *Battery*

Pengecekan pada *battery* bertujuan untuk memastikan apakah *battery* dalam kondisi baik atau tidak, serta untuk memudahkan *start* awal menghidupkan unit. Pengecekan ini di lihat dari level elektrolit yang ada pada *battery*, apabila level elektrolit kurang maka harus di tambah air *battery* nya, sedangkan jikah strumnya yang kurang maka harus *battery* tersebut harus di cas agar strumnya kembali dalam keadaan normal.



Gambar 2.25 Pengecekan *Battery*

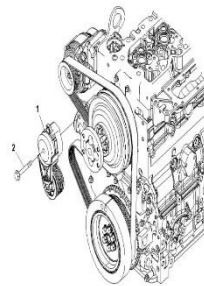
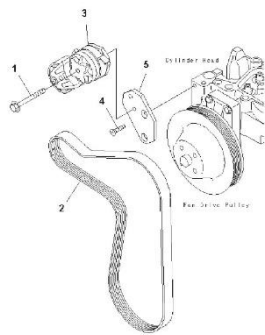
7. Pengecekan Ketegangan *Belt*

Pengecekan ini memiliki tujuan untuk melihat apakah *belt* yang berada pada *pully* memiliki *standard* ketegangan yang sesuai atau apakah *belt* tersebut masih layak pakai atau tidak, pada umumnya pengecekan *belt* yang masih layak pakai atau tidak di lakukan dengan cara melihat dari fisiknya, apakah *belt* tersebut sudah getas, pecah, putus atau kendor



Gambar 2.26 Pengecekan *Belt*

Berikut merupakan alat uji dari ketegangan belt menggunakan alat uji “Belt Tension Gauge” dengan standard ketegangan 58,8N (6KG)



Gambar 2.27 Alat Ukur Ketegangan Belt