

LAPORAN KERJA PRAKTEK LAPANGAN

PREVENTIVE MAINTENANCE ALATBERAT ENGINE CUMMINS DI

PT. ALTRAK 1978 MEDAN



PESERTA KERJA PRAKTEK :

KEVIN RIVALDO HUTAHAEAN

168130065

DOSEN PEMBIMBING KERJA PRAKTEK :

IR.H. AMRU SIREGAR, MT

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

2019

LAPORAN KERJA PRAKTEK LAPANGAN

PREVENTIVE MAINTENANCE ALATBERAT ENGINE CUMMINS DI

PT. ALTRAK 1978 MEDAN



PESERTA KERJA PRAKTEK :

KEVIN RIVALDO HUTAHAEAN

168130065

DOSEN PEMBIMBING KERJA PRAKTEK :

IR.H. AMRU SIREGAR, MT

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

2019

LEMBAR PENGESAHAN

Tempat Kerja Praktek : PT. Altrak 1978 Medan
Bidang Keahlian : Produksi Manufaktur
Judul Kerja Praktek : Preventive Maintenance Alat Berat Engine Cummins KTA50

Peserta Kerja Praktek

1. Nama/NIM : Kevin Rivaldo/168130065
2. Nama/NIM : Paisen G. Sihombing/168130038

Waktu Pelaksanaan

Tanggal Mulai : 1 Agustus 2019
Tanggal Selesai : 30 Agustus 2019

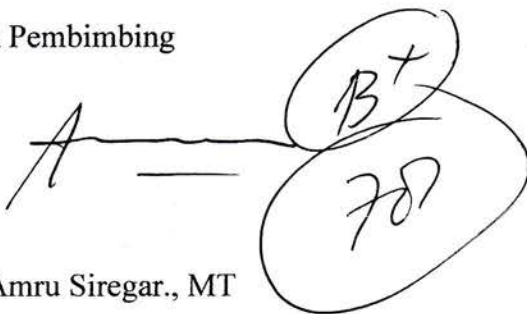
Tempat Pelaksanaan

Alamat : Jl. Gatot Subroto Km. 6,2, No. 195, Sikambing C.II, Medan

Dosen Pembimbing : Ir.H. Amru Siregar, MT

Diketahui Oleh :

Dosen Pembimbing



Ir.H. Amru Siregar., MT

Ka. Prodi Teknik Mesin



Muhammad Idris, ST., MT

Disetujui Oleh :

Suervisor Branch/PT. Altrak

Armansyah

LEMBAR PENILAIAN

1. Nama/NIM : Kevin Rivaldo Hutahaeon (168130065)
2. Nama/NIM : Paisen Govindo Sihombing (168130038)

Telah melaksanakan Kerja Praktek :

| | |
|--------------------------|---------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> | Teknologi Mekanik |
| <input type="checkbox"/> | Konstruksi/Produksi/Pembangkit Tenaga |
| <input type="checkbox"/> | Manajemen Perusahaan |

Pada

Nama Perusahaan : PT. ALTRAK 1978 MEDAN

Alamat : Jl. Gatot Subroto Km. 6,2, No. 195, Sikambing C.II, Medan

Pelaksanaan KP : mulai tgl : 1 Agustus 2019
selesai tgl: 30 Agustus 2019

Penilaian terhadap disiplin kerja selama mahasiswa melaksanakan kegiatan Kerja Praktek pada perusahaan kami adalah :

sangat baik

baik

cukup baik

Medan, 30 Agustus 2019

Suervisor Branch/PT. Altrak 1978

Armansyah



PT. ALTRAK 1978 MEDAN

Jl. Gatot Subroto Km. 6,2 No 195, Sei Sikambing C. II, Kec. Medan Helvetia

Fax. (061) 8449978

Lampiran

Medan, 01 Agustus 2019

Kepada Yth :

Dekan Fakultas Teknik

Universitas Medan Area

Di – Tempat

Hal : Izin Kerja Praktek

Dengan Hormat,

Merujuk surat Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area no.83/FT 3/01. 14/VII/2019 tanggal 29 Juli 2019 tentang hal tersebut diatas kepada Mahasiswa Fakultas Teknik Mesin Universitas Medan Area Medan, sebagai berikut :

| NO | Nama | NPM | Program Studi |
|----|-------------------------|-----------|---------------|
| 1 | Paisen G. Sihombing | 168130038 | Teknik Mesin |
| 2 | Kevin Rivaldo Hutahaean | 168130065 | Teknik Mesin |

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Pada prinsipnya kami dapat menyetujui Mahasiswa tersebut untuk melakukan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di PT. Altrak 1978 Medan pada tanggal **01 Agustus 2019**
2. Data-data yang diperoleh hanya dapat digunakan untuk kepentingan ilmiah pada Fakultas Teknik Universitas Medan Area dan dapat menjaga kerahasiaanya
3. Segala yang timbul selama melakukan Praktek ditanggung sendiri oleh mahasiswa yang bersangkutan
4. Apabila dalam pelaksanaan PKL mahasiswa kami mengalami sakit dan atau kecelakaan didalam maupun diluar lingkup kerja PT. Altrak 1978, maka kami tidak akan mengajukan tuntutan dalam bentuk apapun kepada PT. Altrak 1978
5. Segala dampak kecelakaan, biaya pengobatan, perawatan dan biaya-biaya lain timbul akibat terjadinya sebagaimana dimaksud dalam angka 4 (empat) diatas menjadi tanggung jawab kami sepenuhnya
6. Kami bersedia menaati peaturan dan tata tertib yang berlaku di PT. Altrak 1978

Demikian pernyataan ini kami buat dengan sebenar-benarnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

Supervisor/Branch PT. Altrak 1978



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN

LEMBAR PENILAIAN

DAFTAR ISI i

DAFTAR GAMBAR..... v

LEMBAR PENGESAHAN..... vi

KATA PENGANTAR..... vii

ABSTRAK..... viii

BAB I

PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Identifikasi Masalah 4

1.3 Tujuan Praktek 4

1.4 Ruang Lingkup Masalah Kerja Praktek 5

1.4.1 Bidang Manajemen Perusahaan 5

1.4.2 Bidang Produksi Perusahaan 5

1.4.3 Bidang Teknollogi Mekanik 6

1.5 Manfaat Kerja Praktek 6

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA 8

2.1 Sejarah PT. Altrak 1978 8

2.2. Tujuan Dan Motto Organisasi 11

2.3. Visi Dan Misi PT. Altrak 1978 12

| | |
|-------------------------------------------------------|-----------|
| A. Visi..... | 12 |
| B. Misi..... | 12 |
| 2.4 Struktur Organisasi | 13 |
| 2.5 Sejarah Mesin Cummins | 16 |
| 2.6 Klasifikasi Mesin Cummins | 18 |
| A. Desain Mesin Cummins | 20 |
| B. Model Dan Range Engine Cummins | 20 |
| 2.7 Jenis Engine Cummins Tipe K | 21 |
| 2.8 Fungsi Engine Tipe K | 22 |
| 2.9 Cara Kerja Mesin Cummins Tipe K | 24 |
| BAB III | |
| METODOLOGI..... | 25 |
| 3.1 Tujuan Operasional dan Data Yang Dibutuhkan | 25 |
| 3.2 Tahapan Pelaksanaan Kerja Praktek | 25 |
| 3.2.1 Tahap Persiapan..... | 25 |
| 3.2.2 Tahap Pelaksanaan | 25 |
| 3.2.3 Tahap Penyusunan Laporan | 26 |
| 3.3 Metode Pengambilan Data | 26 |
| 3.3.1 Metode Observasi..... | 26 |
| 3.3.2 Metode Wawancara | 26 |
| 3.3.3 Studi Literatur..... | 27 |

BAB IV

| | |
|-------------------------------------------------------------|-----------|
| HASIL DAN PEMBAHASAN..... | 28 |
| 4.1 Pengertian Engine Secara Umum | 28 |
| 4.2 Preventife Maintanance Alat Berat Engine Cummins | 28 |
| 1. <i>Routine Maintanance</i> | 28 |
| 2. <i>Periodic Maintanance</i> | 28 |
| 3. <i>Corective Maintanance</i> | 28 |
| 4. <i>Improve Maintanance</i> | 30 |
| 5. <i>Breakdown Maintanance</i> | 30 |
| 6. <i>Predictive Maintanance</i> | 30 |
| 4.3 Manfaat Dan Tujuan Preventive Mentanance | 31 |
| 4.3.1 Manfaat Preventive Maintenance | 31 |
| 4.3.2 Tujuan Preventive Maintenance | 32 |
| 4.3.3 Keuntungan Dan Kelemahan Preventive Maintenance | 33 |
| 4.4 Interval Perawatan Mesin Alat Berat Jenis Cummins..... | 34 |
| 4.4.1 Setiap 10 Jam Operasi (Hariann)..... | 34 |
| 4.4.2 Setiap 50 Jam Operasi (Mingguan) | 36 |
| 4.4.3 Setiap 250 Jam Operasi (Perbulan) | 37 |
| 4.4.4 Setiap 500 Jam Operasi..... | 37 |
| 4.4.5 Setiap 1000 Jam Operasi..... | 38 |
| 4.4.6 Setiap 2000 Jam Operasi..... | 39 |
| 4.4.7 Setiap 3000 Jam Operasi..... | 39 |
| 4.4.8 Setiap 6000 Jam Operasi..... | 39 |

| | |
|------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.4.9 Setiap 12000 Jam Operasi | 40 |
| 4.5 Prose Overhaul (Turun Mesin) Pada Engine Cummins | 41 |
| A. Cylinder Block..... | 41 |
| B. Cylinder Head..... | 43 |
| C. Cam Shaft..... | 45 |
| D. Crank Shaft..... | 46 |
| E. Piston..... | 48 |
| F. Pompa Oli..... | 52 |
| G. Filter Oli | 53 |
| H. Saringan Udara | 54 |
| I. Rocker Liver..... | 56 |
| J. Vulve..... | 56 |
| K. Turbo Charger | 57 |
| LAMPIRAN | 60 |
| BAB V | |
| KESIMPULAN DAN SARAN..... | 62 |
| A. Kesimpulan | 62 |
| B. Saran | 62 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 63 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|----------------------------------------------------------------------|-----------|
| <i>Gambar 1 Unit Mesin KTA 50.....</i> | <i>2</i> |
| <i>Gambar 2 PT. ALTRAK 1978.....</i> | <i>9</i> |
| <i>Gambar 3 Kondisi PT. ALTRAK Cabang Medan.....</i> | <i>11</i> |
| <i>Gambar 4 Struktur Organisasi.....</i> | <i>15</i> |
| <i>Gambar 5 Cummins Pertama Kali.....</i> | <i>17</i> |
| <i>Gambar 6 Tipe Jenis Cummins</i> | <i>19</i> |
| <i>Gambar 7 Mesin Cummins.....</i> | <i>24</i> |
| <i>Gambar 8 Memeriksa Mesin Menggunakan Alat Service Meter</i> | <i>35</i> |
| <i>Gambar 9 Service Meter</i> | <i>35</i> |
| <i>Gambar 10 Komponen Track Pins</i> | <i>36</i> |
| <i>Gambar 11 Cab Air Sistem</i> | <i>37</i> |
| <i>Gambar 12 Komponen Cylinder Block.....</i> | <i>41</i> |
| <i>Gambar 13 Cylinder Head.....</i> | <i>43</i> |
| <i>Gambar 14 Komponen Cam Shaft Cummins</i> | <i>45</i> |
| <i>Gambar 15 Komponen Crank Shaft.....</i> | <i>46</i> |
| <i>Gambar 16 Piston.....</i> | <i>48</i> |
| <i>Gambar 17 Conecting Rod.....</i> | <i>50</i> |
| <i>Gambar 18 Komponen Pompa Oli</i> | <i>52</i> |
| <i>Gambar 19 Saringan Oli.....</i> | <i>53</i> |
| <i>Gambar 20 Saringan Kertas</i> | <i>55</i> |
| <i>Gambar 21 Saringan Minyak.....</i> | <i>55</i> |
| <i>Gambar 22 Rocker Lever</i> | <i>56</i> |
| <i>Gambar 23 Diagram Saluran Masuk Dan Buan.....</i> | <i>57</i> |
| <i>Gambar 24 Komponen Turbocharger</i> | <i>57</i> |

DAFTAR TABEL

| | |
|-------------------------------------------------------|-----------|
| <i>Tabel 1 Tipe Cummins</i> | <i>21</i> |
| <i>Tabel 2 Setiap 10 Jam Operasi (Harian).....</i> | <i>34</i> |
| <i>Tabel 3 Setiap 50 Jam Operasi (Mingguan)</i> | <i>36</i> |
| <i>Tabel 4 Setiap 250 Jam Operasi (Perbulan).....</i> | <i>37</i> |
| <i>Tabel 5 Setiap 500 Jam operasi</i> | <i>38</i> |
| <i>Tabel 6 Setiap 1000 Jam operasi.....</i> | <i>38</i> |
| <i>Tabel 7 Setiap 2000 Jam operasi.....</i> | <i>39</i> |
| <i>Tabel 8 Setiap 3000 Jam operasi.....</i> | <i>39</i> |
| <i>Tabel 9 Setiap 6000 Jam operasi.....</i> | <i>40</i> |
| <i>Tabel 10 Setiap 12000 jam operasi</i> | <i>40</i> |

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, yang selalu melindungi dan memberikan yang terbaik bagi penulis selama Praktek Kerja Lapangan (PKL) hingga penyusunan laporan ini dapat terlaksana sesuai dengan yang diharapkan.

Adapun judul penulisan laporan ini yaitu Preventif maintenace pada Alat Berat antara lain untuk mempertanggung jawabkan hasil Praktek Kerja Lapangan Industri (PKL) yang dilaksanakan di PT. ALTRAK 1978 yang beralamatkan di Jalan Gatot Subroto Km. 6,2 No 195, Sei Kambing C. II, Kota Medan, dengan waktu pelaksanaan mulai dari tanggal 01 Agustus 2019 sampai 30 Agustus 2019 dan juga untuk memenuhi syarat-syarat dalam proses pembelajaran yang ada di Fakultas Teknik UMA yang secara khusus Jurusan Pendidikan Teknik Mesin.

Selama penyusunan laporan ini, banyak dari pihak-pihak tertentu yang memberikan dukungan baik secara materil maupun moril kepada penulis sehingga laporan ini dapat tersusun dengan baik. Berdasarkan hal tersebut penulis mengucapkan terima kasih banyak kepada :

1. Bapak Dr.Faisal Amri Tanjung,SST,MT, selaku pembantu dekan I fakultas Teknik UMA
2. Bapak Bobby Umroh ST.MT, selaku Ketua Prodi Teknik Mesin UMA
3. Bapak ir. Amru Siregar, MT, selaku dosen pembimbing PKL Teknik Mesin UMA
4. Kedua orang tua penulis Ayah dan Ibu yang terkasih dan tercinta yang senantiasa memberikan doa, dukungan moril dan materil serta bimbingan kepada penulis.
5. Teman-teman jurusan teknik mesin stambuk 2016 yang memberikan jiwa semangat serta motivasi kepada penulis.

Demikian penulisan laporan praktek kerja lapangan (PKL) ini diperbuat. Penulis berharap kritik dan saran yang bersifat membangun dengan rendah hati untuk perbaikan di kemudian hari. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih.

Medan, 30Agustus 2019

Penulis,

ABSTRAK

Kevin Rivaldo dan Paisen Govindo Sihombing. 2019. Preventive Maintenance Alat Barat pada Mesin Cummins KTA50 . Laporan Kerja Praktek. Teknik Mesin. Fakultas Teknik. Universitas Medan Area.

Perawatan adalah suatu konsepsi dari semua aktivitas yang diperlukan untuk menjaga atau mempertahankan kualitas peralatan agar tetap berfungsi dengan baik seperti dalam kondisi sebelumnya.

Kegiatan perawatan dilakukan untuk perbaikan yang bersifat kualitas, meningkatkan suatu kondisi ke kondisi lain yang lebih baik.

ABSTRACT

Kevin Rivaldo and Paisen Govindo Sihombing. 2019. Preventive Maintenance of Western Tools on Cummins KTA50 Engines. Job Training Report. Mechanical Engineering. Faculty of Engineering. University of Medan Area.

Maintenance is a conception of all activities needed to maintain or maintain the quality of the equipment in order to continue functioning properly as in the previous conditions.

Maintenance activities carried out to improve quality, improve a condition to other conditions better.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kerja praktek merupakan salah satu kurikulum pada departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Medan Area (UMA) Medan, yang diwajibkan untuk melaksanakan kerja praktek pada suatu instansi perusahaan maupun industri dalam rangka untuk memenuhi salah satu persyaratan untuk dapat menyusun tugas akhir.

Melalui kerja praktek, mahasiswa diharapkan dapat menerapkan teori-teori ilmiah yang diperoleh selama mengikuti pjerkuliahannya untuk kemudian dapat dianalisa dan dan memecahkan masalah yang timbul dilapangan, serta memperoleh pengalaman kerja yang berguna dalam mewujudkan pola kerja yang akan dihadapi nantinya setelah mahasiswa menyelesaikan studinya.

Dan semakin meningkatnya pertumbuhan ekonomi suatu negara akan semakin tinggi pula kebutuhan akan energi, dimana energi tersebut di peroleh dari alam kita yang kaya akan sumber daya alamnya. Salah satu sumber daya alam yang kita miliki ialah batubara. Karena kebutuhan energi inilah banyak perusahaan-perusahaan yang bergerak di bidang pertambangan. Produksi suatu penambangan batubara sangat ditentukan dari produktifitas alat-alat tambang seperti *excavator*, *dump truck*, *dozer*, *grader*, *generator sets* dan lain sebagainya. pemilihan alat berat yang akan dipakai merupakan faktor yang sangat penting dalam keberhasilan suatu proyek. Alat berat yang dipakai haruslah tepat sehingga

proyek dapat berjalan lancar. Kesalahan di dalam pemilihan alat berat dapat mengakibatkan manajemen pelaksanaan proyek menjadi tidak efektif dan efisien.

Dengan demikian keterlambatan penyelesaian proyek dapat terjadi yang menyebabkan biaya akan membengkak. Produktivitas yang kecil dan tenggang waktu yang dibutuhkan untuk pengadaan alat lain yang lebih sesuai merupakan hal yang menyebabkan biaya yang lebih besar.

Dalam hal tersebut Cummins memproduksi mesin untuk menyediakan tenaga yang dibutuhkan untuk menggerakkan alat-alat tambang tersebut. Seri mesin cummin untuk tipe K antara lain adalah K19, K38 dan K50. TTA menunjukkan sistem pemasukan udara ke dalam ruang bakar yaitu *double stage Turbocharger Aftercooler*. Diantara banyaknya seri *engine cummis* yang diproduksi salah satunya adalah *engine Cummins KTTA 50 C* yang banyak diaplikasikan pada alat tambang dan *generator sets*.



Gambar 1 Unit Mesin KTA 50

Perkembangan teknologi yang pesat merupakan faktor utama dalam mempengaruhi kemajuan dunia industri. Seluruh kebutuhan hidup yang di butuhkan baik kebutuhan primer, skunder, maupun tersier merupakan hasil industri yang tidak lepas dari teknologi yang di terapkan pada dunia industri. Di berbagai belahan dunia terdapat berbagai industri dari taraf nasional sampai dengan taraf internasional.

Begitu pula di negeri ini berbagai macam industri telah berdiri dan berkembang yang bertujuan dalam hal pemenuhan kebutuhan hidup, sehingga tercapai kebutuhan kemakmuran masyarakat indonesia. Perindustrian saat ini, dimana persaingan antara perusahaan yang semakin tinggi, dimana perusahaan dituntut agar efektif dan efisien dengan memanfaatkan Sumber Daya Manusia dan teknologi yang canggih agar tujuan yang telah ditetapkan dapat terpenuhi dengan baik. Pihak Perguruan Tinggi sebagai penghasil tenaga-tenaga yang professional memprogramkan sistem magang atau kerja praktik kepada setiap mahasiswa di industri-industri yang potensial untuk dapat menerima transfer teknologi dan menyerap sebanyak-banyaknya informasi teknologi yang telah ada dan berkembang pada zaman ini.

Hal-hal yang dapat dipelajari oleh mahasiswa pesertakerja praktik pada perusahaan proses Pemeliharaan atau *Maintenance* sangat banyak dan beragam, antara lain melibatkan kegiatan produksi pemeliharaan (*maaintenance*) yang dilakukan oleh mahasiswa tersebut. Proses produksi dari mesin-mesin yang dioperasikan yang memerlukan perawatan-perawatan dan menggunakan energi dar proses operasi mesin tersebut salah satunya adalah Mesin Cummin Tipe KTA 50.

1.2. Identifikasih Masalah

Dalam Praktek Kerja Lapangan adapun tugas khusus yang dibahas adalah perawatan dan perbaikan atau Preventif Maintenance Pada Alat Berat pada unit alat berat KTA 50 yang ada pada PT. ALTRAK 1978

- 1.2.1 Untuk mengetahui ruang lingkup serta manajemen pekerjaan diperusahaan maupun industri dilapangan PT ALTRAK 1978.
- 1.2.2 Untuk mengetahui cara perawatan/maintenance pada mesin-mesin alat berat yang baik dan benar yang diterapkan di PT ALTRAK 1978.
- 1.2.3 Untuk mengetahui biaya pada saat melakukan perawatan mesin alat berat dilapangan.
- 1.2.4 Untuk mengetahui proses pengerjaan dari suatu proses perawatan/maintenance alat berat yang dilakukan dilapangan.

1.3. Tujuan Praktek

Adapun maksud dari Praktek Kerja Lapangan adalah suatu kegiatan praktek yang dilakukan pada dunia industri atau perusahaan yang pada dasarnya bertujuan :

- 1.3.1 Agar mahasiswa dapat mengenal permasalahan yang dihadapi oleh suatu perusahaan, industri atau bengkel-bengkel dan dengan kemampuan menganalisa serta mensitesisa, mahasiswa dapat memperoleh pengalaman kerja terutama yang berhubungan dengan prosedur penyelesaian masalah.
- 1.3.2 Mengasah pola berfikir yang wajar, logis, rasional serta berketerampilan dan luwes dalam memahami dan menghadapi masalah ditempat kerja.

- 1.3.3 Memotifasi mahasiswa untuk berpartisipasi dalam permasalahan pembangunan, seperti kegiatan perancangan, pelaksanaan, pembuatan, penggunaan, pengolahan dan pengawasan yang berhubungan dengan konstruksi, produksi, pembangkit tenaga dan manajemen perusahaan yang terkait dengan pemesinan industri secara umum.
- 1.3.4 Memberi kesempatan kepada mahasiswa untuk mengetahui lebih spesifik permasalahan industri atau perusahaan yang terkait dengan operasi dan ilmu pemesinan sehingga dapat dijadikan sebagai pilihan untuk mengambil judul tugas akhir.

1.4. Ruang Lingkup Masalah Kerja Praktek

Ruang lingkup Kerja Praktek yang dilaksanakan di PT. ALTRAK 1978 Medan, meliputi bidang yaitu:

1.4.1 Bidang Manajemen Perusahaan

Kerja Praktek untuk bidang manajemen perusahaan mencakup pembahasan mengenai struktur organisasi perusahaan, tata letak workshop, dan pemeliharaan mesin Alat Berat.

1.4.2 Bidang Produksi Perusahaan

Kerja Praktek bidang produksi dilakukan dengan mempelajari proses pemeliharaan mesin Alat Berat dan jenis mesin yang digunakan dan juga komponen komponen yang disediakan.

1.4.3 Bidang Teknologi Mekanik

Kerja Praktek Teknologi Mekanik mencakup jenis dan cara kerja maupun proses Maintenance suatu mesin meliputi perawatan berkala, memperbarui usia pakai dan kegagalan/kerusakan mesin.

- A. Mahasiswa dapat memahami dan mengaplikasikan konsep-konsep teknologi mekanik pada bidang pengukuran dan pengujian sistem mekanik.
- B. Mahasiswa dapat memahami dan menggunakan alat yang sudah ditetapkan kesesuaiannya.
- C. Mahasiswa dapat memberikan terobosan untuk mempermudah dan mempercepat kerja dengan baik.

1.5. Manfaat Kerja Praktek

Ada beberapa manfaat yang dapat diperoleh dari pelaksanaan Kerja Praktek ini baik dari pihak mahasiswa, perusahaan maupun perguruan tinggi, yaitu :

- 1.5.1 Mengetahui struktur organisasi perawatan dan fungsi-fungsi personil perawatan.
- 1.5.2 Mengetahui struktur oraganisasi perusahaan tempat Praktek Kerja Lapangan.
- 1.5.3 Mempelajari sistem perawatan dan perbaikan yang dilaksanakan oleh perusahaan
- 1.5.4 Mengetahui penerapan perawatan dasar yang berhubungan dengan lubricating dan cleaning.

- 1.5.5 Mengetahui penerapan perawatan dan perbaikan seperti pada camshaft, poros, hidrolik, filter oli, turbocharger, dan lain-lain.
- 1.5.6 Mengetahui Mengetahui perawatan mesin industri seperti crane, pompa, genset, dan lain-lain.
- 1.5.7 Ikut andil dalam melakukan proses perawatan dan perbaikan.
- 1.5.8 Dapat menggunakan perlengkapan keselamatan kerja dengan tepat dan benar dalam melakukan pekerjaan.
- 1.5.9 Mempelajari sistem inventarisasi peralatan dan suku cadang yang ada pada perusahaan.
- 1.5.10 Menambah wawasan dan pengalaman kerja sebagai bekal kerja didunia bisnis sesuai dengan keahlian yang dimiliki.
- 1.5.11 Meningkatkan pemahaman mahasiswa mengenai praktek dalam dunia kerja sehingga dapat memberikan bekal kepada mahasiswa untuk terjun langsung ke lapangan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sejarah PT ALTRAK 1978

PT. ALTRAK 1978 sesuai dengan namanya berdiri pada tahun 1978 sebagai anak perusahaan dari Central Cipta Murdaya atau CCM. PT Altrak 1978, group yang menangani sekitar 33 perusahaan yang bergerak diberbagai sektor bisnis, dengan jumlah tenaga kerja sekitar 35.000 karyawan/karyawaati. Struktur permodalan dari pt altrak 1978 adalah dengan melalui modal yang diinvestasikan dalam bentuk kepemilikan saham perusahaan. Pemegang sahampt altrak 1978 adalah Mr. Murdaya Widyawimarta yang memiliki 50% saham perusahaan dan Mrs. Siti Hartati Murdaya yang memiliki 50% saham perusahaan. Berdiri pada tanggal 12 juni 1978 perusahaan ini cukup lama bertindak sebagai agen dari produk-produk kelas dunia yang secara langsung telah

Memberikan kontribusi bagi program-program kerja pemerintah yang mengarah pada pembangunan infra struktur, industri makanan, serta sektor pertambangan migas dan non migas,dalam memperluas jaringan pemasaran pt altrak 1978 mempunyai 18 kantor cabang yang tersebar di seluruh Indonesia dengan menyediakan tenaga-tenaga penggerak yang baik dan menunjang kesuksesan operasional PT. ALTRAK 1978.

Sebagai komitmen kami untuk meningkatkan kualitas produksinya, PT Altrak 1978 telah memperoleh sertifikat Indeks proteksi dari LMK SPLN untuk IP 31 dan Sertifikat pengujian jenis No.036 BLUR 491A tahun 2005. Dan akan

terus menjaga posisi keuangan yang kuat dan terusmenerus mengembangkan keunggulan semua sektor dalam organisasi, sebagai perusahaan yang solid dalam bisnis alat berat.



Gambar 2 PT. ALTRAK 1978

Struktur permodalan dari PT ALTRAK 1978 adalah dengan melalui modal yang diinvestasikan dalam bentuk kepemilikan saham perusahaan. Pemegang saham pt altrak 1978 adalah Mr. Murdaya Widyawimarta yang memiliki 50% saham perusahaan dan Mrs. Siti Hartati Murdaya yang memiliki 50% saham perusahaan.

Melalui jaringan ini tercipta bentuk pelayanan yang cepat dan kualitas produk yang bermutu dengan disertai pelayanan purna jua yang meliputi ketersediaan suku cadang, tenaga teknisi yang terampil, serta training untuk pelanggan yang menyangkut produk-produk penjualan. Hal ini didorong oleh semangat yang tinggi dalam melayani keinginan pelanggan sehingga PT. ALTRAK 1978 dapat diandalkan sebagai Mitra Usaha Sejati bagi para pelanggan. Setelah bertahun tahun beroperasi di Indonesia telah membuat PT.ALTRAK 1978 menjadi salah satu perusahaan yang dapat dipercaya

sebagai agen tunggal dan distributor mesin serta alat-alat berat, produk yang dipasarkan antara lain :

- 1) Cummins Engine
Ganset, Marine, Construction, Industrial
- 2) Electrical Switch-Board
Generator panels, Automatic Mains Failure (AMF) panels,
Automatic Transfer Switch (ATS) panel, distributor panel (LVMDP).
- 3) Grove Hydrolic Crane
Rought Terrain Hydrolic Crane, All Terrain Hydrolic Crane,
Truck Mounted Hydrolic Crane
- 4) Ottawa Truck
Ottawa Truck, Yard Truck
- 5) Mitsubishi
Engine Powered Lift Truck
- 6) Kawasaki
- 7) Wheel Loader
- 8) New Holland Ford Tractor
Agriculture Tractor, Industrial Tractor
- 9) Bluestard
Wire Rope
- 10) Fleetguard
Heavy Duty Filter
- 11) Nichiyu, BTElectri Lift Truck

2.2. Tujuan dan Motto Organisasi

Budaya suatu bangsa akan berdampak sosial budaya makro dalam masyarakat, sedangkan budaya perusahaan adalah dampak sosial budaya makro dalam perusahaan itu sendiri. Demikian juga dengan budaya perusahaan di PT. ALTRAK 1978,

Dimana core values atau nilai-nilai utama perusahaan ini tercakup dalam motto semboyan PT.ALTRAK 1978 “ Mitra Sejati Usaha Anda “ yang berarti kita ingin menjadikan perusahaan sebagai mitra yang paling bekerjasama dengan pelanggan. Hal ini telah disadari oleh pihak Management sehingga management bermaksud mengarahkan dan merencanakan bahwa setiap insan di PT. ALTRK 1978 akan bersikap “ Mitra Sejati Usaha Anda “ untuk itulah motto ini diterjemahkan didalam six basic atau enam mental dasar.



Gambar 3 Kondisi PT. ALTRAK Cabang Medan

2.3. Visi & Misi PT ALTRAK 1978

A. Visi

Be There Terbaik, menghasilkan produk premium dan memberikan dukungan tak kunjung pada setiap saat untuk mengeluarkan potensi maksimal investasi pelanggan kami.

B. Misi

ALTRAK 1978 akan terus mempertahankan posisi keuangan yang kuat terus-menerus mengembangkan keunggulan khas dalam semua sektor dalam organisasi, sebagai perusahaan yang solid dalam bisnis alat berat yang dipahami dengan baik oleh pelanggan nasional dan internasional.

- 1) *ALWAYS PRIORITIEZ CUSTOMERS* (penuhi kebutuhan pelanggan pada kesempatan pertama)
- 2) *EVERY EMPLOYEE IS CUSTOMERS SERVICE OFFICER* (setiap karyawan adalah pelayang pelanggan)
- 3) *THE NEXT PROCESS IS OUR CUSTOMER* (proses kerja brikutnya adalah pelanggan kita)
- 4) *PROBLEM SOLVING STARTS WITH FACTS* (pemecahan masalah berdasarkan fakta)
- 5) *RESPECT OTHER INDIVIDUALS* (menghormati kehidupan pribadi orang lain) *PERFORMANCE THROUGH TEAMWORK* (prestasi melalui kerjasama)

2.4. Struktur Organisasi

PT. ALTRAK 1978 dipimpin oleh Bapak Loeky Moniaga, Dipl. Ing. Selaku Managing Director yang membawahi 7 divisi :

1) Marketing Division,

Berfungsi sebagai penggerak dalam pemasaran produk- Produk. Misalnya :

- a) Industrial and Energy Dept
- b) Agri and Forestry Product Dept
- c) Material Handling Dept

2) Spare Part Division,

Berfungsi untuk menangani ketersediaan suku cadang dan pelayanan bagi pelanggan. terdiri dari :

- a) Inventory Dept
- b) Spare Part Marketing Support Dept
- c) System Development
- d) Product Support Marketing Dept
- e) Spare Part Dept

3) Technical and Service Division,

Berfungsi menangani teknis dan perawatan dari mesin produk. terdiri dari :

- a) Industrial and Energy Service Dept
- b) Agry and Forest Service Dept
- c) Material Handling Service Dept
- d) Construction Equipment Service Dept

4) Finance and Administration Division

Berfungsi menangani masalah keuangan, perpajakan dan accountin. terdiri dari :

- a) Finance Dept
- b) Accounting Dept
- c) Tax Dept

5) Humas Resource and General Affairs Division

Berfungsi menangani masalah / personal administrasi, mendukung segala kebutuhan-kebutuhan operasional perusahaan, pengembangan SDM dan perusahaan. terdiri dari :

- a) Personal Administration Dept
- b) General Affairs Dept
- c) Training and Development Dept

6) Plant Division

Berfungsi sebagai pendukung dalam perencanaan produk-produk penjualan. Terdiri dari :

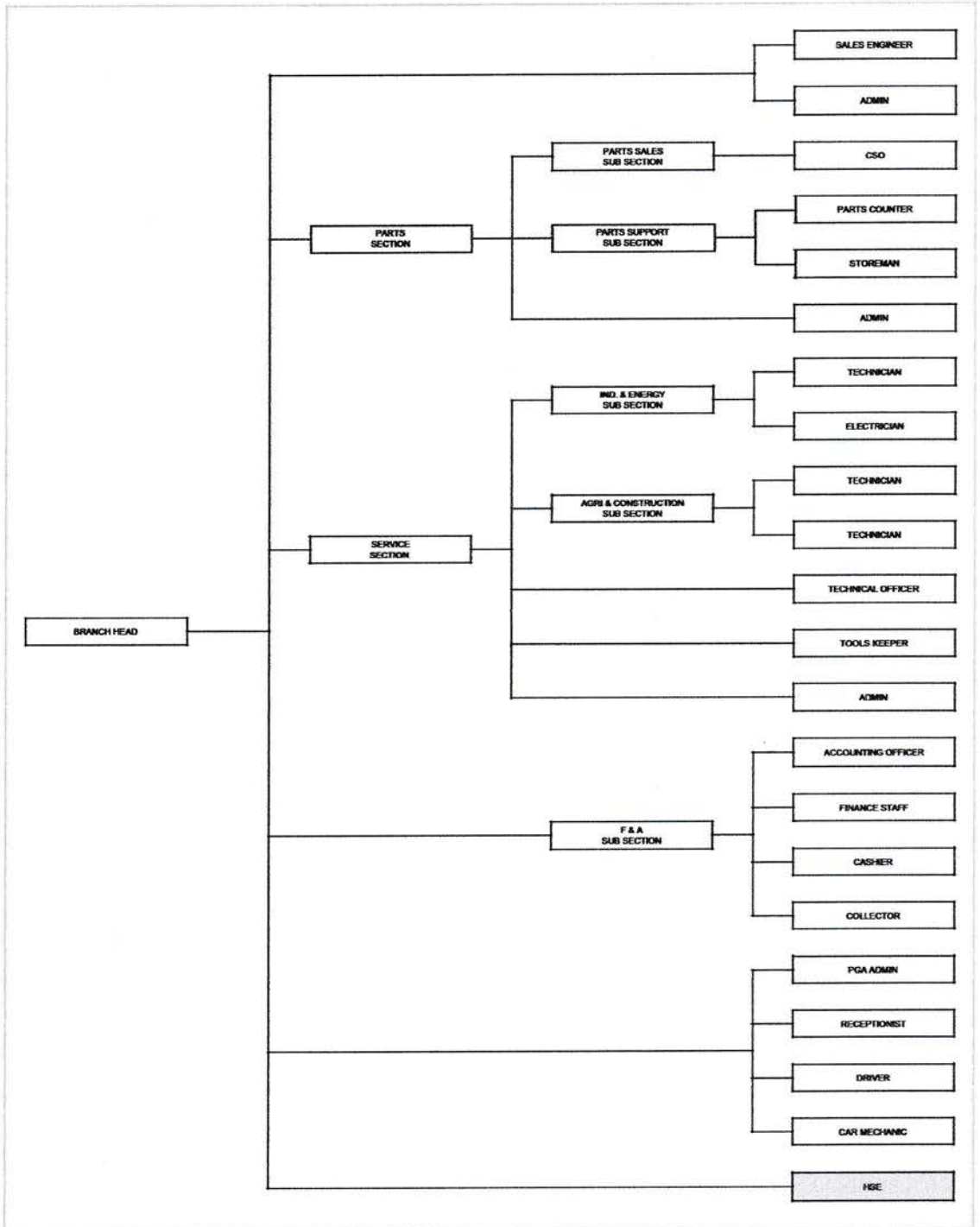
- a) Production Dept
- b) Electrical Production Dept
- c) Mechanical and Electrical Dept

7) Local Purchasing DepInternal Audit Dept, MIS Dept, merupakan bagian yang mendukung kegiatan operasional perusahaan.



ORGANIZATION CHART
PT. ALTRAK 1978
MEDAN BRANCH

| | | |
|--------------|---------------------------|-------------------------|
| PRINT DATE | 15 October 2019 | EFFECTIVE DATE |
| DOCUMENT NO. | OC - 00/ BRC - MDW X/2019 | |
| BRANCH HEAD | | CHIEF EXECUTIVE OFFICER |



Gambar 4 Struktur Organisasi

2.5. Sejarah Mesin Cummins

Perusahaan Mein Cummins didirikan pada tanggal 3 Februari 1919. Dengan fasilitas pertama Cerealine Mill 1.400 meter persegi. Antara tahun 1919 dan 1925 dimana perusahaan mesin Cummins mempunyai karyawan kurang dari 20 orang.

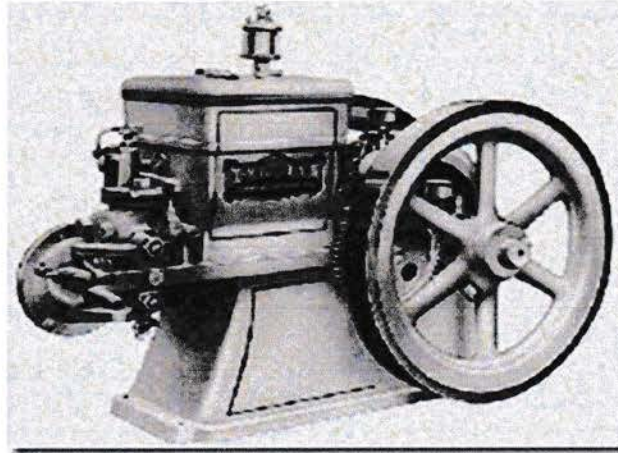
Mesin cummin ini diciptakan oleh Clessie Cummins, seorang montir yang berhasil mendatangkan seorang bankir dan investor bernama William Glanton Irwin yang juga memberi dukungan keuangan untuk perusahaan dan toko mesinnya.

Pada awalnya mesin Diesel Cummins dipasang pada mobil Packard milik William Glanton Irwin pada hari Natal tahun 1929, merupakan awal mula terciptanya mobil pertama bertenaga mesin diesel di Amerika. Oleh karena itu, sang investor tertarik dengan mesin baru yang dirancang oleh Cummins. Ia pun rela mengeluarkan sejumlah dana ke dalam perusahaan Cummins. Ternyata hal tersebut tidak cukup. Cummins Company butuh sebuah inovasi produk, maka pada tahun 1933, perusahaan ini merilis mesin model H.

Mesin tersebut adalah tipe mesin berkapasitas besar untuk keperluan transportasi dan berhasil menjadi mesin paling sukses yang pernah diproduksi. Suksesnya peluncuran produk baru Cummins, membuat perusahaan berhasil memperoleh laba pertamanya di tahun 1937. Tiga tahun kemudian, Cummins dapat meningkatkan pelayanannya dengan memberikan garansi mesin hingga 100.000 mil.

Engine pertama Cummins dengan silinder tunggal Menggunakan penyalakan kompresi ' *Compression Ignition* ' untuk menyalakan bahan bakar.

Dirancang di Belanda oleh Robert M.Hvid. Perusahaan engine Cummins Membuat lisensi untuk membuat model engine dengan power 1.5, 3, 6 dan 8 HP yang dikontrol oleh governor pada 500 dan 600 rpm.



Gambar 5 Cummins Pertama Kali

Dimana 20 tahun kemudian, tepatnya di tahun 1950-an, Amerika sudah melaksanakan program pembangunan jalan raya antar negara bagian . Kegiatan ini tentunya membutuhkan bantuan mesin untuk membangun jalan dan mesin Cummins pun digunakan dalam pembangunan tersebut karena selain ekonomis, mesin Cummins memiliki tenaga yang besar dan unggul dari segi daya tahan. Karena keberhasilannya mencapai angka penjualan sebanyak 100 juta dollar, mesin Cummins akhirnya menjadi pemimpin pasar mesin diesel. Tak hanya di Amerika Serikat, Cummins Company juga mulai mengembangkan bisnisnya di luar negeri.

Saat ini , Cummins tidak hanya sekedar bisnis saja. Di tahun 2010, perusahaan ini telah memimpin kekuatan global dengan omset mencapai lebih dari 13 miliar dollar. Perusahaan ini terbagi menjadi 4 segmen usaha , yaitu

Mesin, Generator, Penjualan Komponen, dan pendistribusian yang melayani pelanggan di lebih dari 150 negara. Tak heran jika genset cummins mudah ditemukan di pasaran karena spare part nya kini telah tersedia di Indonesia

2.6. Klasifikasi Mesin Cummins

Mesin cummin terbagi menjadi 3 jenis Tipe mesin dengan konsep yang berbeda-beda antara lain :

1) Tipe Engine B & C

Seri Cummins B adalah keluarga mesin diesel yang diproduksi oleh produsen Amerika Cummins . Dalam produksi sejak 1984, keluarga mesin seri B ditujukan untuk beberapa aplikasi di dalam dan di luar jalan raya, tugas ringan, dan tugas menengah. Di segmen otomotif, ini terkenal karena penggunaannya di truk pickup Dodge / Ram.

Seri-B memiliki bore engine dengan perbedaan diblok (bukan liner basah yang digunakan pada engine Cummins sebelumnya). Itu juga dipisahkan oleh penggunaan kepala one-piece dangkal, membutuhkan toleransi lebih dekat daripada produk Cummins lainnya. Biasanya Mesin cummin beripe B & C digunakan untuk kendaraan ringan.

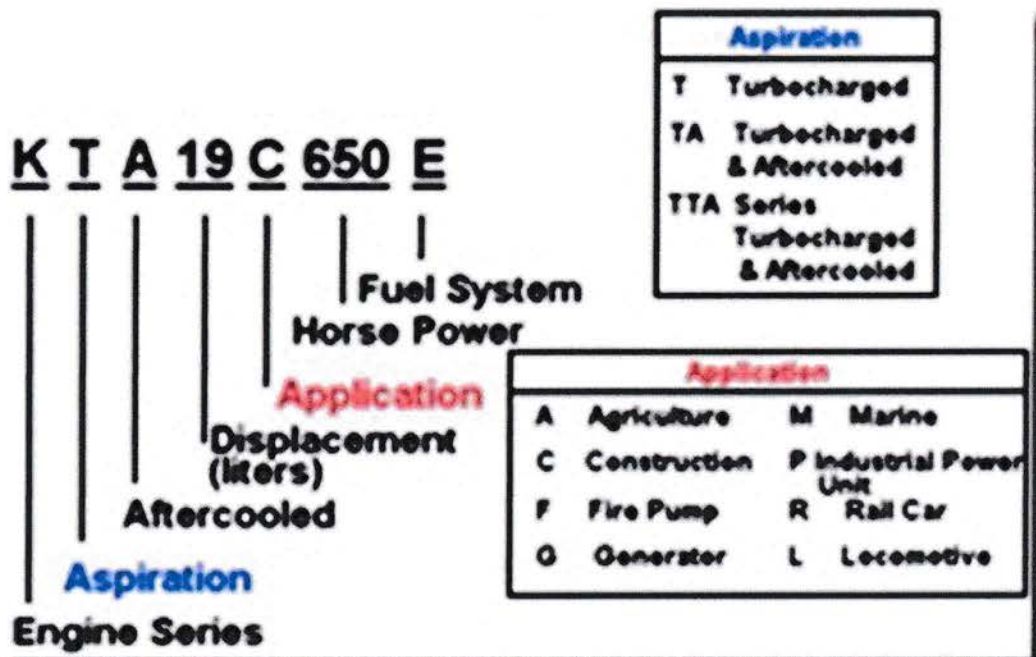
2) Tipe Engine L

Seri Cummins L Tidak jauh seperti mesin cummin seri B & C dimana mesin ini diciptakan untuk truk tugas berat dengan Desain: silinder ada di dalam

blok, konstruksi rangka blok berjenjang, dan flywheel housing menyatu dengan blok. flywheel housing terpisah dengan blok. dirancang dengan tujuan meningkatkan kemampuan service, tahan uji dan mengurangi biaya. Prototif pertama dibuat bulan maret. Prototif engine dibuat dengan ketahanan dilakukan selama 8.000 jam uji lapangan dan 34 dipasang di OEM.

3) Tipe Engine K (KTA)

Untuk mesin Cummins yang bertipe K mesin diesel yang dirancang untuk pemutar, dimana motor bakar pembakaran dalam yang menggunakan panas kompresi untuk menciptakan penyalaan dan membakar bahan bakar yang telah diinjeksikan ke dalam ruang bakar. Mesin ini tidak menggunakan busi seperti mesin bensin atau mesin gas.



Gambar 6 Tipe Jenis Cummins

A. Desain Mesin Cummins

- 1) Diesel Engine Putaran Tinggi
- 2) Engine Empat Langkah
- 3) Cooling System dengan Media Pendinginan Air
- 4) Engine Block: In-line dan V type
- 5) Pemasukan Udara: Naturally, Turbocharged & Aftercooled Aspirated
- 6) Terdapat 4 valve tiap silinder (kecuali Mid Range Engine; 2 valve per silinder)
- 7) Tipe silinder : Replaceable Wet Liner Type, kecuali B series engine
- 8) Penginjeksian bahan bakar dengan 'Direct Injection'
- 9) Ruang bakar: 'Direct Combustion Chamber'
- 10) Sistem bahan bakar 'PT System' (kecuali: B, C series dan QST)
 - a. Pompa bahan bakar tidak membutuhkan timing
 - b. Pengaturan waktu injeksi dikontrol oleh cam-lobe
 - c. Cam-lobe menggerakkan injector

B. Model dan Range Engine Cummins

- 1) B Series ,inline 4 cylinder (3,9 liters) ,HP antara 53 – 150.
- 2) B Series ,inline 6 cylinder (5,9 liters) ,HP antara 97 – 355.
- 3) C Series ,inline 6 cylinder (8,3 liters) ,HP antara 150 – 430.
- 4) L Series (L10) ,inline 6 cylinder (10 liters) ,HP antara 195 – 350.
- 5) M Series (M11) ,inline 6 cylinder (11 liters) ,HP antara 225 – 450
- 6) N855 Series (N855) ,inline 6 cylinder (855 cu. in. – 14 liters) ,HP antara 195 – 465.
- 7) N Series (N14) ,inline 6 cylinder (14 liters) ,HP antara 305 – 530.

- 8) V Series (V903), V 8 cylinder (14,8 liters), HP antara 295 – 660.
- 9) V Series (V28), V 12 cylinder (28 liters), HP antara 614 – 800.
- 10) K Series (K19), inline 6 cylinder (19 liters), HP antara 336 – 700.
- 11) K Series (KV38), V 12 cylinder (38 liters), HP antara 750 – 1350.
- 12) K Series (KV50), V 16 cylinder (50 liters), HP antara 1180 – 2000.
- 13) Quantum Series (QSK19), inline 6 cylinder (19 liters), HP antara 450 – 750.
- 14) Quantum Series (QST30), V 12 cylinder (30,5 liters), HP antara 750 – 1200.
- 15) Quantum Series (QSZ dan QSW), inline 6 – 8 cylinder , V 12,16 dan 18 cylinder (27 – 136 liters), HP antara 670 – 6000

2.7. Jenis Engine Cummin Tipe K

Tabel 1 Tipe Cummins

| MODEL | PRIME POWER | | ENGINE MODEL |
|-------------|-------------|-----|--------------|
| | KVA | KW | |
| GND 25 CN | 25 | 20 | 4B 3.9-G2 |
| GND 37.5 CN | 37.5 | 30 | 4BT 3.9-G2 |
| GND 50 CN | 50 | 40 | 4BTA 3.9-G2 |
| GND 100 CN | 100 | 80 | 6BT 5.9-G2 |
| GND 180 CN | 180 | 144 | 6CTA 8.3-G2 |
| GND 200 CN | 200 | 160 | 6CTAA 8.3-G2 |
| GND 250 CN | 250 | 200 | 6LTAA 8.9-G2 |
| GND 250 CN | 250 | 200 | NT 855-GA |
| GND 300 CN | 300 | 240 | NTA 855-G1A |
| GND 325 CN | 325 | 260 | NTA 855-G1B |
| GND 350 CN | 350 | 280 | NTA 855-G2A |
| GND 500 CN | 500 | 400 | KTA 19-G4 |
| GND 500 CN | 500 | 400 | QSX 15 - G8 |

| | | | |
|-------------|------|------|------------|
| GND 650 CN | 650 | 520 | VTA 28- G5 |
| GND 750 CN | 750 | 600 | KTA 38-G2 |
| GND 1000 CN | 1000 | 800 | KTA 38-G5 |
| GND 1250 CN | 1250 | 1000 | KTA 50-G3 |

2.8. Fungsi Engine Cummins Tipe K

Mesin Cummins menggunakan sistem penggerak bertekanan tinggi dengan teknologi EFI, yang telah meningkatkan efisiensi pembakaran dan menurunkan konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang. Hal ini memberikan kelebihan dalam menyokong tenaga yang besar dan dalam pemakaian berjam-jam tanpa henti.

Sebagai generator listrik berdaya tinggi, dilengkapi dengan fungsi diagnosa pengendalian kesalahan dan remote kontrol, secara luas digunakan di bidang industri, kereta api, peralatan listrik dan sebagainya contohnya, Mesin Cummins difungsikan juga sebagai Penggerak utama disebut juga mesin induk, *Main engine* benda ini yang menggerakkan sebuah kapal dalam operasinya membawa muatan dari pelabuhan ke pelabuhan baik barang padat maupun cair :

- 1) Mesin Induk (*Main Propulsion Engine*), suatu instalasi mesin yang terdiri dari berbagai unit/sistem pendukung dan berfungsi untuk menghasilkan daya dorong terhadap kapal, sehingga kapal dapat berjalan maju atau mundur.
- 2) Mesin-mesin Bantu (*Auxiliary Engines*), unit-unit dan instalasi-instalasi permesinan yang dibutuhkan untuk membantu pengoperasian kapal, termasuk untuk mesin induk, operasi muatan, pengemudian, navigasi dll., termasuk, tetapi tidak terbatas pada mesin-mesin dibawah ini.

- 3) Mesin Generator (*Generator Engine*), suatu instalasi mesin / unit penggerak generator atau pembangkit tenaga listrik, merupakan salah satu mesin bantu yang paling penting dikapal untuk menghasilkan tenaga / energi listrik. Jenis mesin ini biasanya mesin Diesel, kecuali dikapal yang menggunakan uap sebagai energi panasnya, mesin ini digerakkan dengan turbin uap.
- 4) Generator, bagian yang menjadi satu dengan mesin generator yang mampu membangkitkan energi atau arus listrik yang dibutuhkan untuk operasi kapal seperti menjalankan motor-motor listrik untuk mesin kemudi, pompa, kompresor udara, dll., serta untuk penerangan, pemanas, dll.,
- 5) Pompa-pompa (*Pumps*), alat untuk memindahkan zat cair seperti air tawar, air laut, bahan bakar dan lain-lain, yang biasanya dilengkapi dengan sistem perpipaan, termasuk katup isap, katup tekan dan katup-katup lain, saringan, tangki-tangki, alat-alat pengaman dll. Jenis-jenis pompa.
- 6) Mesin Pengangkat Muatan (*Crane*), unit-unit mesin untuk mengangkat muatan keatas kapal dan memasukkannya kedalam palka (ruang muat kapal) atau menaikkan muatan jika akan dibongkar ke dermaga.
- 7) Kompresor Udara Darurat (*Emergency Air Compressor*), yang akan difungsikan jika kompresor udara rusak dan tidak dapat difungsikan karena tidak ada arus listrik yang menggerakkan motornya. Kompresor ini dijalankan dengan mesin tersendiri dan dapat distart dengan tangan.



Gambar 7 Mesin Cummins

2.9. Cara Kerja Mesin Cummins Tipe K

Mesin cummins bekerja Menggerakkan dan menyalurkan putaran atau *power* kesuatu motor didalam kondisi yang Berat dan Ringan. Secara garis besar mesin diesel dibagi menjadi 2 yaitu mesin diesel 4 langkah (4 tak) dan mesin diesel 2 langkah (2 tak). untuk postingan kali ini saya ingin membahas PRINSIP KERJA MESIN DIESEL 4 langkah atau sering disebut mesin diesel 4 tak.

- 1) Daur kerja mesin diesel yang pertama adalah Mengisi silinder dengan udara segar.
- 2) Daur kerja mesin diesel yang kedua adalah Penekanan isi udara yang menaikkan suhu sehingga kalau bahan bakar diinjeksikan, akan segera menyala dan terbakar secara efisien
- 3) Daur kerja mesin diesel yang ke3 yaitu Pembakaran bahan bakar dan pengembangan gas panas.Mengosongkan hasil pembakaran dari silinder.

Secara singkat prinsip kerja mesin diesel 4 langkah yaitu seperti penjelasan diatas Kalau keempat kejadian pada mesin diesel ini diselesaikan, maka daur diulangi. Kalau masing- masing dari keempat kejadian ini memerlukan langkah torak yang terpisah, maka daurnya disebut daur empat langkah maka disebut mesin diesel 4 langkah.

BAB III

METODOLOGI

3.1 Tujuan Operasional dan Data yang Dibutuhkan

- 3.1.1 Secara operasional penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perawatan yang baik dan benar pada *engine* alat berat dengan menggunakan metode observasi dan tanya jawab secara langsung dengan Mekanik disaat sedang melakukan perawatan pada mesin diworkshop.
- 3.1.2 Mengumpulkan data dari buku pedoman manual yang tersedia baik itu diworkshop dan internet sumber-sumber Dokumen yang terkait.

3.2 Tahapan Pelaksanaan Kerja Praktek

3.2.1 Tahap Persiapan

- 1) Penentuan waktu pelaksanaan dan pendataan peserta.
- 2) Permohonan ijin PKL ke jurusan.
- 3) Menghubungi perusahaan yang akan dikunjungi dengan mengajukan proposal dan ijin melakukan kunjungan sesuai dengan ketentuan yang ada dalam.
- 4) Mempersiapkan peralatan lapangan yang akan digunakan untuk observasi berupa pakain,sepatu dan helm yang sesuai dengan ketentuan.
- 5) Penentuan kebutuhan data, sumber data dan pengadaan administrasi perencanaan data dilanjutkan pengumpulan data.

3.2.2 Tahap Pelaksanaan

- 1) Mengetahui struktur organisasi.

- 2) Mengetahui Pekerjaan sesuai bidang keahlian yang dimiliki di perusahaan tempat PKL.
- 3) Ikut serta dalam proses atau kegiatan yang ada di tempat PKL.
- 4) Mempelajari, mendata pekerjaan sesuai bidang keahlian di perusahaan tempat PKL.
- 5) Membandingkan antara pengetahuan yang didapat sesuai bidang keahlian di tempat. PKL dengan yang dipelajari di bangku perkuliahan.

3.2.3 Tahap Penyusunan Laporan

- 1) Isi laporan harus mencakup, pendahuluan, sejarah dan uraian ringkas kegiatan perusahaan, materi kerja praktek, studi kepustakaan yang mendukung materi kerja praktek atau materi kuliah yang diberikan dosen pembimbing, temuan penting yang dirasa dapat mendukung peningkatan kualitas keilmuan mahasiswa yang sesuai dengan materi dan tujuan kerja praktek, kesimpulan dan saran serta daftar bacaan.

3.3 Metode Pengambilan Data

3.3.1 Metode Observasi

Data dikumpulkan dengan cara mengamati secara langsung dan mencatat secara sistematis terhadap objek yang dipelajari yaitu proses *troubleshooting* engine diesel KTA 50 dan manajemen perawatan alat berat pada saat melakukan magang di PT.ALTRAK 1978.

3.3.2 Metode Wawancara

Wawancara merupakan salah satu sumber esensial dalam kasus. Peneliti menerapkan wawancara yang bersifat terbuka dimana peneliti dapat bertanya kepada informan kunci tentang fakta-fakta suatu peristiwa, di samping opini mereka tentang peristiwa yang ada. Informan kunci yang diwawancarai yakni branch manager dan marketing PT ALTRAK 1978, Mekanik *troubleshooting* dan manajemen perawatan. Jadwal wawancara ditentukan oleh peneliti dan disesuaikan dengan masing-masing narasumber. Pengumpulan data.

3.3.3 Studi Linteratur

Data dikumpulkan dari buku-buku, paper, dan literatur yang diperoleh dari pembimbing dan perpustakaan, yang mendukung proses pembuatan laporan ini. Pengumpulan data sekunder dilakukan dengan studi yang berisi informasi tentang hal-hal yang berkaitan dengan perusahaan atau proses produksinya baik bahan, alat, maupun yang lainnya literatur baik pustaka tulis maupun elektronik (internet).

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengetian Engine secara umum

Engine secara umum didefinisikan sebagai penggerak, atau dengan kata lain motor bakar. Motor adalah suatu perangkat yang terdapat pada suatu benda yang bergerak berputar dan menghasilkan tenaga daripada *engine* itu sendiri. Sedangkan pengertian motor bakar adalah suatu mesin kalor dimana tenaga atau energi dari hasil pembakaran bahan bakar didalam silinder akan diubah menjadi energi mekanik.

4.2. Preventive Mintenance Alat Berat Engine Cummins

Preventive maintenance adalah perawatan yang dilakukan dengan tujuan untuk mencegah kemungkinan timbulnya gangguan atau kerusakan pada alat. Perawatan ini dilakukan tanpa perlu menunggu tanda-tanda atau terjadinya kerusakan dan memperpanjang usia pakai suatu peralatan/mesin yang meliputi inspeksi, perbaikan, penggantian komponen, pembersihan, pelumasan dan penyesuaian dilaksanakan.

Preventive Maintenance pada alat berat terbagi menjadi 6 :

1. *Routine maintenance*

Kegiatan perawatan yang dilakukan secara rutin. Contohnya, yaitu pembersihan fasilitas atau peralatan, pelumasan (*lubrication*) atau pengecekan oli, pengecekan isi bahan bakarnya dan apakah termasuk dalam pemanasan (*warming*

up) dari mesin-mesin selama beberapa menit sebelum dipakai beroperasi sepanjang hari.

2. *Periodic maintenance*

Pelaksanaan service yang dilakukan setelah alat bekerja untuk jumlah jam operasi tertentu. Jumlah jam operasi ini adalah sesuai dengan jumlah yang ditunjukkan oleh pencatat jam operasi (*servicemeter*) yang ada pada alat tersebut. *Service meter* pada monitor panel yang sudah tertera.

3. *Corective Maintenance.*

Corective Maintenance Adalah pemeliharaan yang di lakukan setelah terjadinya suatu kerusakan atau kelainan pada fasilitas atau peralatan sehingga tidak berfungsi dengan baik atau komponen telah menunjukkan adanya gejala kerusakan. Perawatan ini merupakan pemeliharaan dan tidak di jadwalkan dan biasa terjadi.

Kegiatan *corrective maintenance* bersifat perbaikan yakni menunggu sampai kerusakan terjadi terlebih dahulu, kemudian baru diperbaiki agar fasilitas maupun peralatan yang ada dapat dibekerja dengan baik.

Corrective Maintenance dapat dihitung dengan MTTR (*mean time to repair*) dimana *time to repair* ini meliputi beberapa aktivitas yang biasanya dibagi ke dalam 3 grup,:

A. *Preparation time* Waktu yang dibutuhkan untuk persiapan seperti mencari peralatan sudah dipenuhi atau belum dan tes perlengkapan.

B. *Active Maintenance time* Waktu yang diperlukan untuk melakukan pekerjaan tersebut. Meliputi waktu untuk mempelajari *repair charts* sebelum *actual repair* dimulai dan waktu yang dihabiskan dalam menverifikasi bahwa kerusakan tersebut sudah diperbaiki. Kemungkinan juga meliputi waktu untuk *post-repair* dokumentasi ketika hal tersebut harus diselesaikan sebelum perlengkapan tersedia.

C. *Delay Time (Logistic time)* Waktu yang dibutuhkan untuk menunggu komponen dalam mesin untuk diperbaiki.

4. *Improve maintenance*

Suatu perawatan peningkatan dipakai bila dilakukan modifikasi pada peralatan sehingga kondisinya meningkat dengan tujuan agar kerusakan tersebut tidak terulang dan mampu beroperasi sampai masa kerjanya (lifetime) tercapai.

5. *Breakdown Maintenance*

Jenis perawatan ini hanya bisa dilakukan apabila mesin samasekali mati karena ada kerusakan atau kelainan dan tidak mungkin dapat dioperasikan. Untuk dapat memperbaikinya maka prinsip kerja dari peralatan yang bersangkutan harus dapat di kuasai. Dengan di kuasanya prinsip kerja peralatan tersebut maka diagnosa terhadap kerusakan dapat dilakukan dengan cepat dan tepat.

6. *Predictive maintenance*

Perawatan ini menganalisa suatu situasi peralatan dari trend perilaku peralatan. Trend ini dapat dipakai untuk menebak sampai kapan peralatan dapat

beroperasi secara normal. Sedangkan preventive maintenance adalah tindakan pemeliharaan yang terjadwal dan terencana.

4.3. Manfaat dan Tujuan Preventive Maintenance

4.3.1. Manfaat Preventive Maintenance

Mengadakan suatu kerja sama yang erat dengan fungsi-fungsi utama lainnya dari suatu perusahaan dalam rangka untuk mencapai tujuan utama perusahaan, yaitu tingkat keuntungan atau return of investment yang sebaik mungkin dan total biaya yang rendah.

Dengan memanfaatkan prosedur maintenance yang baik, dimana koordinasi yang baik antara bagian produksi dan maintenance maka akan diperoleh :

- 1) Memperkecil Turun Mesin (*Overhaul*).
- 2) Menjaga kualitas pada tingkat yang tepat untuk memenuhi apa yang dibutuhkan oleh produk itu sendiri dan kegiatan produksi tidak terganggu
- 3) Mengurangi kemungkinan reparasi berskala besar.
- 4) Mengurangi biaya kerusakan / pergantian mesin Untuk membantu mengurangi pemakaian dan penyimpangan yang di luar batas dan menjaga modal yang diinvestasikan dalam perusahaan selama waktu yang ditentukan sesuai dengan kebijaksanaan perusahaan mengenai investasi tersebut.

- 5) Memperkecil kemungkinan produk-produk yang rusak Untuk mencapai tingkat biaya pemeliharaan serendah mungkin, dengan melaksanakan kegiatan maintenance secara efektif dan efisien keseluruhannya.
- 6) Meminimalkan persediaan suku cadang.
- 7) Memperkecil hilangnya gaji – gaji tambahan akibat penurunan mesin (*Overhaul*).
- 8) Menurunkan harga satuan dari produk pabrik.
- 9) Menghindari kegiatan yang dapat membahayakan keselamatan para pekerja.
- 10) Memberikan kepercayaan penuh terhadap konsumen

4.3.3. Tujuan Preventive Maintenance

Pada dasarnya tidak cukup hanya dengan membuat perencanaan penjadwalan yang matang akan tetapi perlu diperhatikan usaha-usaha untuk memusatkan perhatian pada unit peralatan/mesin yang dianggap rawan dan kritis. Suatu kualifikasi terhadap unit-unit yang rawan didasarkan pada :

- a) Kerusakan pada unit tersebut dapat membahayakan keselamatan kerja.
- b) Kerusakan dapat mempengaruhi jalannya proses produksi dan kualitas produk.
- c) Kerusakan dapat menyebabkan proses produksi terhenti.
- d) Modal yang tertanam pada unit tersebut dinilai cukup tinggi.

Tujuan dilakukannya kegiatan perawatan (maintenance) adalah sebagai berikut :

- 1) Memperpanjang umur produktif asset dengan mendeteksi bahwa sebuah asset memiliki titik kritis penggunaan (*critical wear point*) dan mungkin akan mengalami kerusakan.

- 2) Melakukan inspeksi secara efektif dan menjaga supaya kondisi peralatan selalu dalam keadaan sehat.
- 3) Mengeliminir kerusakan peralatan dan hasil produksi yang cacat serta meningkatkan ketahanan mesin dan kemampuan proses
- 4) Mengurangi waktu yang terbuang pada kerusakan peralatan dengan membuat aktivitas pemeliharaan peralatan
- 5) Menjaga biaya produksi seminimum mungkin.
- 6) Menjaga agar sistem aman dan mencegah berkembangnya gangguan keamanan.

4.3.4. Keuntungan dan kelemahan dari Preventive maintenance

Keuntungan dari *preventive maintenance* yaitu:

A. Keuntungan

- 1) Bersifat antisipatif, oleh karenanya bagian produksi maupun bagian *maintenance* seharusnya dapat melakukan prakiraan dan penjadwalan produksi yang baik.
- 2) Biaya perbaikan yang mahal dapat dikurangi.
- 3) Dapat meminimumkan waktu berhentinya peralatan produksi (*down time*)
- 4) Memiliki program inspeksi yang baik.
- 5) Memiliki program perbaikan yang korektif.

B. Kelemahan

- 1) *Time commitmen* tidak tepat.
- 2) *Human error* dapat terjadi.

Perlu diketahui *Interval Maintenance* alat berat pada Mesin Cummins adalah suatu rencana perawatan yang terjadwal pelaksanaannya dengan tenggang waktu tertentu yaitu atau jarak tertentu, dan dilaksanakan dengan tepat waktu, misalnya perawatan setiap 10 Jam, 50 Jam, 250 Jam, 500 Jam, 1000 jam dan 2000 Jam operasi.

Tujuan dari perawatan ini adalah sebagai berikut :

- 1) Agar alat berat yang bersangkutan selalu dalam keadaan siaga dan siap pakai setiap saat (*high availability*).
- 2) Agar alat berat tersebut selalu dalam keadaan prima, berdaya guna mekanis yang baik (*good Performance*).
- 3) Agar biaya perbaikan alat berat tersebut menjadi lebih hemat (*reduce repair cost*).

4.4. Interval Perawatan Mesin Alat Berat Jenis Cummins

Berikut adalah interval perawatan alat berat yang terjadwal, komponen yang dicek, dan cara perawatannya untuk Engine Cummins :

4.4.1. Setiap 10 Jam Operasi (Harian)

Pemeriksaan dan Perawatan yang dilakukan :

Tabel 2 Setiap 10 Jam Operasi (Harian)

| KOMPONEN | PERAWATAN |
|------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <i>Walk-Around Inpection</i> | Memeriksa mesin |
| <i>Engine Crankcase</i> | Memeriksa tingkat oli |
| <i>Transmission</i> | Memeriksa tingkat oli |
| <i>Hydraulic Tank</i> | Memeriksa tingkat oli |
| <i>Radiator</i> | Memeriksa tingkat <i>coolant</i> |
| <i>Fuel Tank</i> | Memeriksa <i>drain water and sediment</i> |
| <i>Seat Belt</i> | Memeriksa <i>seat belt</i> dari keausan atau kerusakan |
| <i>Indicators and Gauges</i> | Menhuji dan periksa |
| <i>Winch</i> | Memeriksa tingkat oli |
| <i>Back-up Alarm</i> | Menguji |

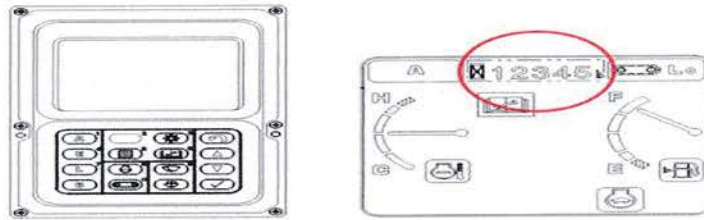
Dengan Proses :

- 1) Memeriksa mesin Menggunakan alat *Service meter* pada monitor panel yang sudah tertera



Gambar 8 Memeriksa Mesin Menggunakan Alat Service Meter

- 2) Memeriksa tingkat oli *Engine Crankcase, Transmission, Hydraulic Tank* Menggunakan Service Meter (Pencatat jam operasi)



Gambar 9 Service Meter

- 3) Memeriksa kerusakan dan kehausan *Seat Belt* dan memeriksa *Indicators and Gauges* pada mesin.

4.4.2. Setiap 50 Jam operasi (Mingguan)

Pemeriksaan dan Perawatan yang dilakukan :

Tabel 3 Setiap 50 Jam Operasi (Mingguan)

| KOMPONEN | PERAWATAN |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <i>Bevel gear compartment</i> | Memeriksa tingkat oli |
| <i>Track pins</i> | Periksa (<i>inspect</i>) |
| <i>Cab air system</i> | Membersihkan saringan udara (<i>Clean filter</i>) |
| <i>Ripper linkage and Cylinder bearing</i> | Melumasi dengan <i>Grease</i> (<i>Lubricate</i>) |

Dengan proses :

- 1) Melakukan pengecekan Track pins



Gambar 10 Komponen Track Pins

2) membersihkan Cab air sistem (saringan udara)



Gambar 11 Cab Air Sistem

4.4.3. Setiap 250 Jam operasi (Perbulan)

Pemeriksaan dan Perawatan yang dilakukan adalah:

Tabel 4 Setiap 250 Jam Operasi (Perbulan)

| KOMPONEN | PERAWATAN |
|-------------------------------------------|-------------------------------|
| <i>Engine crankcase</i> | Ganti saringan oli |
| <i>Cooling system</i> | Tambah cairan pendingin |
| <i>Final Drives</i> | Memeriksa tingkat oli |
| <i>Oil Cooled Steering brake / clutch</i> | Memeriksa tingkat oli |
| <i>Brakes</i> | Menguji |
| <i>Tracks</i> | Menyetel (<i>Adjust</i>) |
| <i>Fan and Alternator Belt</i> | Periksa, menyetel, atau ganti |
| <i>Batteries</i> | Memeriksa air aki |
| <i>Engine Valve Lash</i> | Menyetel (<i>Adjust</i>) |

4.4.4. Setiap 500 Jam operasi

Merupakan kelipatan 2 kali *preventivemaintenance* 250 jam. Penggantian komponen sama dengan perawatan 250 jam namun ditambahkan membersihkan.

Pemeriksaan dan Perawatan yang dilakukan :

Tabel 2 Setiap 500 Jam operasi

| KOMPONEN | PERAWATAN |
|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| <i>Transmission 3F/3R</i> | Ganti saringan(<i>filter</i>) |
| <i>Hydraulic System</i> | Ganti saringan(<i>filter</i>) |
| <i>Universal Joints</i> | Melumasi dengan <i>Grease</i> |
| <i>Power Take-Off (If Equipped)</i> | Melumasi dengan <i>Grease</i> |
| <i>Power Take-Off Bearing (If Equipped)</i> | Melumasi dengan <i>Grease</i> |
| <i>Fuel System</i> | Ganti saringan(<i>filter</i>) |
| <i>Fuel Tank</i> | Bersihkan <i>cap</i> dan <i>filter screen</i> |
| <i>Winch Filter and Magnetic Strainer (if Equipped)</i> | Ganti elemen, bersihkan <i>stainer</i> |

4.4.5. Setiap 1000 Jam operasi

Merupakan kelipatan 2 kali *preventive maintenance* 500 jam, Pergantian komponen sama dengan perawatan 250 jam dan ditambahkan *Bevel Gear Compartment, Oil Cooled Steering brake/clutch, PCV Valve*.

Pemeriksaan dan Perawatan yang dilakukan :

Tabel 3 Setiap 1000 Jam operasi

| KOMPONEN | PERAWATAN |
|---------------------------------------------|---------------------------------------|
| <i>Engine Crankcase Breather</i> | Pembersihan |
| <i>Transmission</i> | Ganti oli - <i>wash/cuci breather</i> |
| <i>Final Drives</i> | Ganti oli |
| <i>Winch (If Equipped)</i> | Ganti oli – bersihkan <i>breather</i> |
| <i>Rollover Protective Structure (ROPS)</i> | Periksa |
| <i>Hydraulic Tank</i> | Ganti oli |
| <i>Engine Valve Lash</i> | <i>adjust/stel</i> |
| <i>Bevel Gear Compartment</i> | Ganti oli |
| <i>Oil Cooled Steering brake/clutch</i> | Ganti oli |
| <i>PCV Valve (If Equipped)</i> | Ganti diapragma |

4.4.6. Setiap 2000 Jam operasi

Merupakan kelipatan 2 kali *preventive maintenance* 1000 jam. Pergantian komponen sama dengan perawatan 1000 jam dan ditambahkan

Pemeriksaan dan Perawatan yang dilakukan :

Tabel 4 Setiap 2000 Jam operasi

| KOMPONEN | PERAWATAN |
|---------------------------------|----------------------|
| <i>Engine Valve Lash</i> | <i>adjust/stel</i> |
| <i>Hydraulic system oil</i> | Ganti oli |
| <i>Cooling system</i> | Ganti <i>coolant</i> |
| <i>Track roller frame guide</i> | Periksa dari keausan |

4.4.7. Setiap 3000 Jam operasi

Merupakan kelipatan 2 kali *preventive maintenance* 2000 jam. Pergantian komponen sama dengan perawatan 2000 jam dan ditambahkan pergantian pada komponen *seal dan oli*.

Pemeriksaan dan Perawatan yang dilakukan :

Tabel 5 Setiap 3000 Jam operasi

| KOMPONEN | PERAWATAN |
|-------------------------|--------------|
| <i>Seal</i> | Ganti gasket |
| <i>Extender elc oil</i> | Ganti oli |

4.4.8. Setiap 6000 Jam operasi

Merupakan kelipatan 2 kali *preventive maintenance* 3000 jam. Pergantian komponen sama dengan perawatan 3000 jam dan ditambahkan Pengencekan pada komponen utama pada mesin.

Pemeriksaan dan Perawatan yang dilakukan pada tabel 9 berikut ini:

Tabel 6 Setiap 6000 Jam operasi

| KOMPONEN | PERAWATAN |
|------------------------------------|----------------------------------|
| <i>Level 2 coolant check</i> | Pemeriksaan keborsan |
| <i>Regulator water temperature</i> | Ganti oli dan pemeriksaan |
| <i>Track roller engine</i> | Pemeriksaan keausan dan komponen |
| <i>Engine Valve and cleaning</i> | Pembersihan dan menyetel |

4.4.9. Setiap 12000 Jam operasi

Perawatan ini fase perawatan terakhir dari perawatan sebelumnya, perawatan ini dianjurkan untuk melakukan Overhaul dan mengganti komponen yang sudah tidak layakdigunakan. Perawatan ini meliputi pemeriksaan dari Tenaga, Keborsan oli, dan suara mesin kasar.

- 1) *Top overhaul*
- 2) *General overhaul*
- 3) *Engine overhaul dan undercarriage*

Pemeriksaan dan Perawatan yang dilakukan :

Tabel 7 Setiap 12000 jam operasi

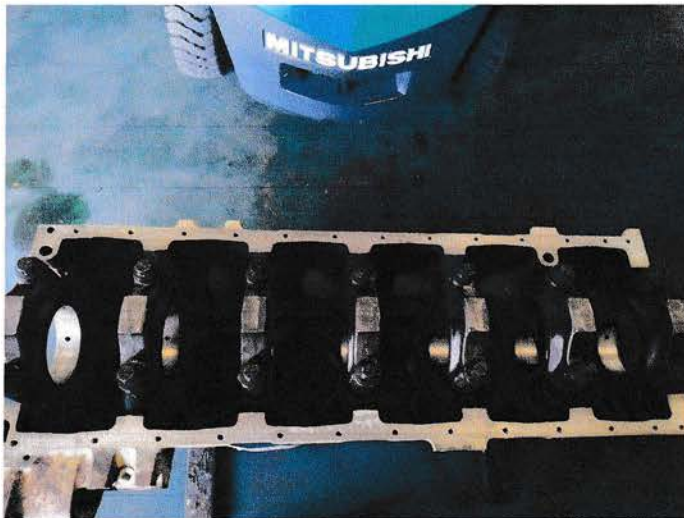
| KOMPONEN | PERAWATAN |
|---------------------------------------|---------------------|
| <i>Overhaul and replace component</i> | Melakukan perbaikan |

Overhaul direkomendasikan untuk dilaksanakan sebelum engine mengalami kerusakan dengan kata lain, engine di-rebuild dengan penggantian sejumlah part yang aus dengan part yang baru. Komponen yang umumnya mengalami keausan tersebut di antaranya piston ring, rod & main bearing, valve, valve seat dan lain sebagainya.

4.5. Proses overhaul (Turun Mesin) Pada Engine Cummins

Overhaul mesin adalah kegiatan pembongkaran mesin dan memeriksa komponen di dalam mesin untuk mengembalikan performa mesin atau merekondisi mesin, overhaul biasa kita kenal denganturun mesin. Terkadang overhaul perlu dilakukan di bengkel ketika ada kerusakan pada mesin yang menuntut kita untuk membongkar seluruh komponen yang ada pada mesin diantaranya memeriksa komponen-komponen yang ada di dalam mesin seperti Cylinder Head, Cylinder Blok, Cam Shaf, Crank Shaf, Connecting Rod, Piston, Pompa Oli, Saringan Oli, dan lain-lain.

A. Cylinder Blok



Gambar 12 Komponen Cylinder Block

Blok Silinder adalah salah satu alat pada motor yang bersifat statis yang fungsinya sebagai tempat bergeraknya piston dalam melaksanakan proses kerja motor. Blok silinder dan cara mengatasi kerusakan blok silinder.

Komponen di Blok Silinder dan Fungsinya :

- 1) Water jacket. Pada Blok silinder, terdapat ruang ruang kecil yang disebut water jacket. Water jacket ini sendiri berfungsi sebagai ruang untuk bersirkulasi air yang berguna mendinginkan mesin, lengkapnya ada pada penjelasan sistem pendingin.
- 2) Piston / Torak. Piston / torak berfungsi untuk menghisap gas yang akan dibakar di ruang bakar serta memberikan tekanan pada saat langkah kompresi.
- 3) Ring Piston. Ring piston berfungsi untuk menahan kebocoran pada saat terjadi pembakaran di ruang bakar serta meratakan oli yang ada di dinding blok silinder. penjelasan selengkapnya ada di penjelasan tentang piston.
- 4) Batang torak / connecting rod. Batang torak atau connecting rod adalah alat yang berfungsi sebagai penghubung piston dengan sumbu engkol / crank shaft.
- 5) Sumbu engkol / CrankShaft. Sumbu engkol berfungsi sebagai komponen untuk mengubah tenaga vertical (dari atas ke bawah) yang dihasilkan piston menjadi tenaga rotari (berputar)
- 6) Pulley CrankShaft. Pulley Crank shaft berfungsi sebagai poros di mana dihubungkan dengan poros lain seperti pulley Cam Shaft, alternator, untuk memberikan tenaga putaran.
- 7) Metal. Fungsi dari metal adalah melapisi atau menjadi bantalan untuk stang piston dan berfungsi untuk menjadi bantalan ketika Crankshaft

berputar.. sebetulnya metal sendiri terdapat dua jenis yakni metal jalan dan metal duduk.

- 8) Fly Wheel / Roda Gila. Fly Wheel berfungsi untuk meneruskan tenaga yang dihasilkan oleh mesin ke sistem pemindah daya seperti kopling, transmisi, dan ploveleer skaft.

B. Cylinder Head



Gambar 13 Cylinder Head

Cylinder head adalah komponen penutup blok silinder yang bertugas menutup rongga silinder, dimana ruang yang ditutup tersebut adalah ruang pembakaran. Sehingga, dengan adanya penutup ini maka pembakaran bisa terjadi

Komponen di Cylinder Head dan Fungsinya

- 1) Adjusting shim: penyetel celah katup
- 2) Valve guide: sebagai penghantar gerakan katup
- 3) Gasket: sebagai perapat antara kepala silinder dan block silinder, agar tidak terjadi kebocoran.

- 4) Water jacket: sebagai saluran air pendingin dalam mendinginkan komponen komponen mesin.
- 5) Cylinder block: untuk tempat pembakaran/tempat bekerjanya. Lihat fungsi lainnya dari blok silinder : Fungsi Blok Silinder
- 6) Valve lifter: disebut juga pengangkat katup
- 7) Exhaust valve : Disebut juga dengan katup buang berfungsi untuk menutup dan membuka saluran buang (exhaust manifold).
- 8) Intake valve: fungsinya hampir sama dengan katup buang, hanya saja kalau katup hisap berfungsi untuk membuka dan menutup saluran pemasukan. Katup hisap ukurannya lebih besar daripada katup buang.
- 9) Piston : untuk merubah tenaga panas menjadi tenaga mekanik. Read: Fungsi Piston (Torak)
- 10) Combustion chamber : disebut juga dengan ruang bakar berfungsi sebagai tempat pembakaran
- 11) Valve seat : sebagai tempat dudukan kepala katup
- 12) Oil seal : Sebagai perapat oli agar tidak masuk ke ruang bakar.
- 13) Valve keepers: sebagai pengunci antara katup dengan pegas katup.
- 14) To exhaust manifold : berhubungan dengan exhaust manifold
- 15) To intake manifold : berhubungan dengan intake manifold.

C. Cam Shaft



Gambar 14 Komponen Cam Shaft Cummins

Camshaft atau noken as adalah komponen yang terdapat pada mesin empat tak yang berfungsi mengatur dan menggerakkan katup atau klep (valve) dengan cara mendorongnya dengan dua tonjolan (lift). *Camshaft* digerakan oleh *timing chain* (rantai keteng), yang menghubungkannya dengan kruk as.

Komponen yang Ada Pada Cam Shaft:

Yakni *journal* dan *lobe*. *Journal* adalah bagian batang *camshaft* yang berhubungan dengan dudukan laher dan gigi sentrik. Sedangkan *lobe* adalah tonjolan yang berfungsi sebagai pengatur buka tutup klep. Khusus komponen *camshaft lobe*, terdiri dari beberapa bagian. Di antaranya *base circle*, *flank*, dan *nose* atau bagian paling atas yang mirip dengan hidung manusia.

D. Crank Shaft



Gambar 15 Komponen Crank Shaft

Crank Shaft atau yang biasa di sebut *Poros Engkol* merupakan komponen yang terdapat di dalam mesin. Crank Shaft menjadi poros dalam pergerakan piston dalam proses pembakaran, yang mana Crank Shaft merubah gerakan vertikal piston menjadi tenaga putar yang akan di teruskan ke transmisi melalui fly wheel dan Kopling.

Crank shaft dibedakan menjadi 2 (dua) yaitu :

1) *Assembled Type*

Crank shaft jenis ini terbentuk dari beberapa komponen lepasan yang dirakit menjadi satu pada sepeda motor biasanya dipergunakan pada motor dengan kapasitas kecil dan berselinder tunggal.

2) *One piece forged type*

Crank shaft jenis ini merupakan satu kesatuan komponen yang dipergunakan untuk sepeda motor berkapasitas besar yang multi silinder.

3) *Bagian-Bagian CrankShaft*

- a) Oil hole = untuk saluran pelumasan

- b) Crank pin = untuk tempat tumpuan big end connecting rod
- c) Crank journal = sebagai titik tumpu pada blok motor
- d) Counter balace weight = sebagai bobot penyeimbang putaran

Mesin untuk jenis yang dengan susunan silinder yang sejajar satu garis (in-line) jumlahnya pena engkol (crank pin) sama dengan banyaknya silinder. Mesin yang mempunyai banyak susunan silindernya seperti jeni V dan H yang jumlah crank pinnya bisanya separuh atau setengah dari jumlah silindernya.

E. Piston



Gambar 16 Piston

Piston adalah komponen mesin yang membentuk ruang bakar bersama – sama dengan silinder blok dan silinder head. Piston jugalah yang melakukan gerakan naik turun untuk melakukan siklus kerja mesin, serta piston harus mampu meneruskan tenaga hasil pembakaran ke crankshaft. Jadi dapat kita lihat bahwa piston memiliki fungsi yang sangat penting dalam melakukan siklus kerja mesin dan dalam menghasilkan tenaga pembakaran.

1. Komponen Piston Dan Fungsinya

a) Ring Piston

Setiap piston dilengkapi oleh lebih dari satu buah ring piston. Selain itu, ring tersebut terpasang longgar pada alur ring. Adapun fungsi ring piston adalah untuk mempertahankan kerapatan antara piston dengan dinding silinder agar tidak ada kebocoran gas dari ruang bakar ke dalam bak mesin. Oleh karena itu, ring piston harus mempunyai kepegasan yang kuat dalam penekanan ke dinding silinder. Selain itu, selain itu, ada fungsi lain dari ring piston itu sendiri, antara lain :

- 1) Untuk menghisap dan mengkompresi muatan segar di dalam silinder
- 2) Untuk mengubah tenaga gas (selama ekspansi) menjadi usaha mekanis.
- 3) Untuk menyekat hubungan gas di atas dan di bawah piston.

b) Pin Piston

Pada umumnya, pin piston mempunyai bentuk yang ringan. Namun, selain itu, yang harus anda ketahui adalah bahwasanya pin piston ini sendiri terbuat dari bahan baja paduan yang berkekuatan tinggi agar nantinya tahan terhadap beban yang besar. Adapun fungsi dari pin piston antara lain adalah sebagai berikut :

- 1) Pin yang berfungsi untuk mengikat piston terhadap batang piston.
- 2) Pin yang berfungsi untuk memindahkan tenaga dari piston ke batang piston agar bisa melakukan gerak bolak balik dari piston yang dapat diubah menjadi gerak berputar pada poros engkol.
- 3) Stang Piston

Bagian lain dari piston adalah stang piston atau yang akrab disebut dengan “ setang piston. Adapun fungsi dari stang piston ini antara lain adalah sebagai berikut :

- A. Piranti yang berfungsi untuk menghubungkan piston dengan poros engkol. Jadi, batang piston ini akan meneruskan gerakan piston ke poros engkol tersebut.
- B. Piranti yang berfungsi untuk melakukan gerak bolak balik piston di dalam ruang silinder yang nantinya akan diteruskan oleh batang piston menjadi gerakan putaran (rotary) pada poros engkol tersebut.

1. Connecting Rod



Gambar 17 Conecting Rod

Connecting Rod (Conrod) dalam bahasa Indonesia berarti batang torak, sedangkan dalam bahasa umum adalah stang seher. Connecting Rod merupakan salah satu komponen mesin yang berfungsi untuk menghubungkan

piston ke poros engkol (kruk as) dan selanjutnya menerima tenaga dari piston yang diperoleh dari pembakaran dan meneruskannya ke poros engkol:

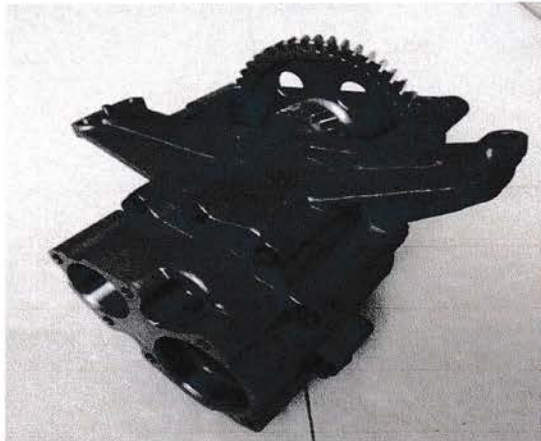
1. Menghubungkan piston dengan poros engkol (crankshaft) sehingga tenaga yang dihasilkan ketika proses pembakaran sanggup diteruskan ke poros engkol.
2. Sebagai pendukung piston supaya sanggup bergerak naik turun di dalam silinder.
3. Bersama-sama dengan poros engkol, batang piston dijadikan lengan untuk mengubah gaya naik turun menjadi gaya putar.

Komponen Dan Fungsinya :

- 1) Rod eye, gudgeon-end atau small end berfungsi sebagai penahan piston pin bushing
- 2) Piston pin bushing. Bushing merupakan jenis bearing yang mendistribusikan beban dan dapat diganti bila aus.
- 3) Shank merupakan bagian connecting rod antara small dan big end, berbentuk I-beam yang kuat dan kaku.
- 4) Crankshaft journal bore dan cap terletak pada bagian ujung besar (big end) connecting rod. Sedangkan Komponen ini membungkus crankshaft bearing journal dan mengikatkan connecting rod ke crankshaft.
- 5) Bolt dan nut rod mengunci rod dan cap pada crankshaft, disebut crank end atau big end dari connecting rod.

- 6) Big-end bearing connecting rod terdapat pada crank-end. Crankshaft berputar di dalam bearing connecting rod, yang membawa beban. Connecting rod memindahkan gaya hasil pembakaran ke crankshaft dan mengubah gerakan naik turun menjadi gerak putar.

F. Pompa Oli



Gambar 18 Komponen Pompa Oli

Pompa oli (oil pump) merupakan salah satu komponen pada sistem pelumas (lubrication system) yang ada pada mesin kendaraan, Pompa oli ini berfungsi untuk mengalirkan atau memompa oli yang berada pada bak oli (carter) ke seluruh bagian-bagian mesin agar oli dapat bersirkulasi untuk melumasi bagian-bagian mesin yang saling bergesekan, Cara kerja pompa oli yaitu menghisap oli dari bak oli dan menekan oli seluruh sistem pelumas dengan menggunakan komponen rotor (tipe trochoid) atau gear (tipe roda gigi). Namun dewasa pompa oli yang banyak digunakan adalah pompa oli dengan rotor.

Komponen Pompa Oli Dan Fungsinya

Fungsi pompa oli adalah untuk menghisap oli pada panci oli yang selanjutnya disalurkan ke saringan oli sebelum diteruskan ke semua komponen - komponen yang akan dilumasi. Putaran pompa oli didapatkan dari putaran poros engkol atau poros bubungan. Secara bentuk, pompa oli terbagi menjadi tiga jenis yaitu :

1. Internal Gear
2. Throchoid
3. External Gear

G. Filter Oli



Gambar 19 Saringan Oli

Filter oli adalah alat atau komponen pada kendaraan yang berfungsi untuk menyaring kotoran berupa campuran debu dan kotoran lain yang masuk ke dalam mobil dan bercampur menjadi carbon, endapan lumpur, dan kotoran lainnya. Dalam proses pemuluman mesin filter oli sangat berperan penting. Karena sebelum bagian mesin seperti mekanisme katup, poros engkol dan lain sebagainya

dilumasi oleh oli, oli haruslah dalam keadaan bersih dari kotoran yang mengganggu. Dengan begitu komponen pada mesin tidak cepat aus dan akan bertahan lebih lama.

H. Saringan Udara

Filter udara mesin diesel dan bensin, hal yang wajib dipenuhi adalah efisiensi. Di mana pada full efisiensi minimal harus tercapai 99%. Untuk life time minimal harus tercapai 20.000 km atau setara dengan 1.000 jam.

Fungsi Saringan Udara (air filter):

- 1) Untuk membersihkan udara yang masuk ke dalam silinder ruang bakar motor.
- 2) Bila udara itu dibiarkan masuk begitu saja ke dalam silinder motor, tentu silinder dan piston akan cepat aus / rusak karena disebabkan oleh debu yang bercampur dengan minyak pelumas dari motor itu merupakan suatu zat penggosok.
- 3) Karena itu di depan saluran pemasukan (manifold masuk) ditempatkan saringan udara (air filter) yang menahan dan menyaring debu yang masuk ke dalam silinder motor.
- 4) Saringan udara harus diusahakan tidak merintang pengaliran udara yang masuk ke dalam silinder motor.
- 5) Saringan udara dibuat dengan berdiameter tiga sampai empat kali dari lubang saluran pemasukan dengan tujuan agar desir udara pada langkah hisap torak berkurang.

a) Jenis saringan kertas



Gambar 20 Saringan Kertas

b) Jenis saringan dengan minyak (oil bath type)



Gambar 21 Saringan Minyak

I. Rocker Lever

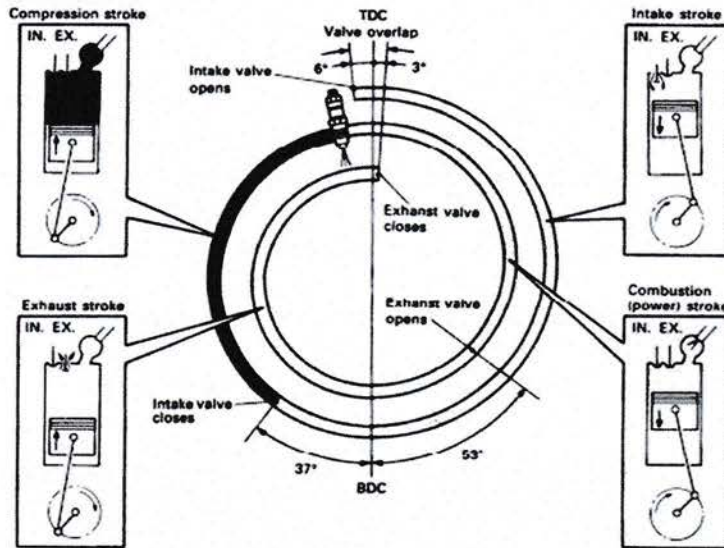


Gambar 22 Rocker Lever

Rocker arm berfungsi untuk menekan katup saat tertekan ke atas oleh push rod. Rocker arm dilengkapi skrup dan mur pengunci untuk penyetelan celah katup untuk yang jenis menggunakan tapet. Pada mesin yang menggunakan lifter hidraulis tidak dilengkapi skrup dan mur pengunci.

J. Vulve

Katup (Valve) merupakan komponen yang terdapat pada mesin. Fungsi katup sebagai keran penutup dan pembuka saluran masuk dan buang. Katup yang berada pada saluran masuk namanya katup In (intake) dan katup yang berada pada saluran buang namanya katup Ex (Exit). Bekerjanya katup karena ditekan oleh poros nok (camshaft).



Gambar 23 Diagram Saluran Masuk Dan Buan

K. Turbo Charger



Gambar 24 Komponen Turbocharger

Mendapat daya dari turbin yang sumber tenaganya berasal dari asap gas buang kendaraan. Biasanya digunakan di mesin pembakaran dalam untuk meningkatkan keluaran tenaga dan efisiensi mesin dengan meningkatkan tekanan udara yang memasuki mesin. Kunci keuntungan dari turbocharger adalah mereka menawarkan sebuah peningkatan yang lumayan banyak dalam tenaga mesin hanya dengan sedikit menambah berat.

Komponen Dan Fungsinya :

1) Turbine Shaft

Turbin adalah salah satu komponen mekanik yang ada dalam sistem turbo yang memiliki fungsi untuk mengkonversikan energi panas dari fluida gas buang hasil pembakaran yang masih memiliki sisa pembakaran tak sempurna dan energi panas yang melaluinya menjadi energi gerak yang memutar poros turbo.

2) Compressor Whell

Kompresor ini memiliki fungsi mengubah energi gerak atau putar yang dihasilkan oleh turbine shaft yang disalurkan ke kompresor whell melalui poros menjadi energi kompresi yang mendorong udara lebih banyak agar masuk kedalam ruang bakar. derajat kecepatan putaran dari kompresor whell ini sama dengan putaran turbine shaft.

3) Bearing Housing / Center Housing

Masing masing dari komponen turbin serta kompresor pada mesin turbocharger disusun atas bagian rotor serta rumah casing. Dari keduanya ini berada pada satu poros yang sama yang ditopang oleh sebuah sistem bearing diantara keduanya. Dalam perakitannya antara turbin housing dan juga kompresor housing ini disatukan oleh sebuah sistem yang dinamakan center housing and rotating assembly atau disingkat dengan istilah CHRA. Karena sistem bearing ini juga terletak pada sistem CHRA maka lubrikasi dari sistem turbocharger inipun juga terpusat pada CHRA. Dan didalam CHRA inilah sistem sirkulasi pelumasan dari oli serta pendinginan turbo berlangsung.

4) Intercooler




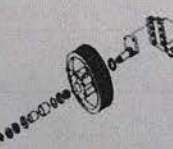
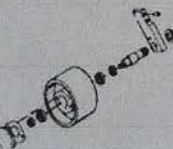
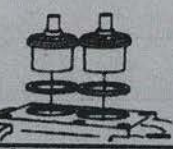
Karena udara yang dikompresi dari baling baling kompressor yang terputar dengan putaran yang sangat tinggi akan menyebabkan suhu udara pun menjadi meningkat. Dan oleh sebab itu pada sebuah sistem turbocharger dibutuhkan yang namanya intercooler yang berfungsi untuk menurunkan suhu dari udara yang dikompresi ini. Untuk lebih jelas mengenai intercooler silahkan anda baca artikel yang berjudul Fungsi dari intercooler pada mesin turbo.

5) Blow-Off Valve

Komponen ini hampir sama dengan wastegate hanya saja posisinya yang berada pada bagian depan intercooler yang menuju kedalam ruang bakar (untuk lebih jelasnya lihat gambar diatas) . Fungsi dari komponen ini adalah untuk membuang udara terkompresi yang berlebihan yang hendak masuk keruang bakar ketika akselerasi dari kendaraan diturunkan.

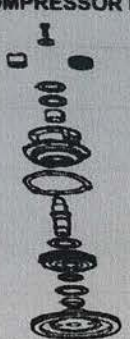

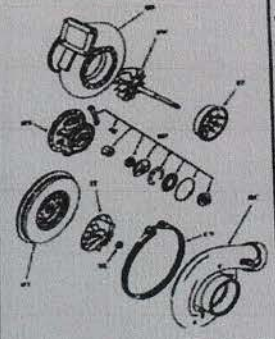
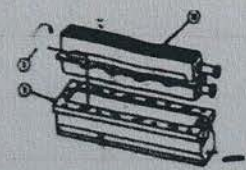
Disamping penggantian part-part yang telah disebutkan sebelumnya, hal lainnya yang dilakukan sewaktu melakukan overhaul adalah: Pemeriksaan yang menyeluruh atas part-part yang lainnya, penggantian seal, gasket dan lain sebagainya dan pembersihan saluran-saluran di engine block.

LAMPIRAN

| REBUILD WORK PROCESS | CHECK POINT | RESULT |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5. OIL COOLER ELEMENT  | <ul style="list-style-type: none"> * Re- Clean * Re- Check * All Plungers * All Valve Spring * Cap Screw Adapter Torque | <div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: flex-start;"> <div style="margin-bottom: 5px;">C - Visual</div> <div style="margin-bottom: 5px;">C - Visual</div> <div style="margin-bottom: 5px;">C - Visual</div> <div style="margin-bottom: 5px;">M - Procedure (07-15)</div> <div style="margin-bottom: 5px;">T</div> </div> |
| 6. OIL FILTER HEAD  | <ul style="list-style-type: none"> * Re- Clean * Re- Check * All Plungers * All Valve Spring * All Valve Spring | <div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: flex-start;"> <div style="margin-bottom: 5px;">C - Visual</div> <div style="margin-bottom: 5px;">C - Visual</div> <div style="margin-bottom: 5px;">C - Visual</div> <div style="margin-bottom: 5px;">M - Procedure (07-15)</div> <div style="margin-bottom: 5px;">M</div> </div> |
| 7. WATER PUMP  | <ul style="list-style-type: none"> * Re- Clean * Re- Check * Pump Shaft O.D * Pump Impeller I.D * Body Bore I.D * Water Seal * Oil Seal * Rear Bearing * Front Bearing | <div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: flex-start;"> <div style="margin-bottom: 5px;">C - Visual</div> <div style="margin-bottom: 5px;">C - Visual</div> <div style="margin-bottom: 5px;">M</div> <div style="margin-bottom: 5px;">M</div> <div style="margin-bottom: 5px;">M</div> <div style="margin-bottom: 5px;">C</div> <div style="margin-bottom: 5px;">C</div> <div style="margin-bottom: 5px;">C</div> </div> |
| 8. FAN HUB  | <ul style="list-style-type: none"> * Re- Clean * Re- Check * Shaft O.D * Pulley Bore I.D * Bearing End Clearance * Lock Nut Clearance * Cap Screw Torque | <div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: flex-start;"> <div style="margin-bottom: 5px;">C - Visual</div> <div style="margin-bottom: 5px;">C - Visual</div> <div style="margin-bottom: 5px;">M</div> <div style="margin-bottom: 5px;">M</div> <div style="margin-bottom: 5px;">M</div> <div style="margin-bottom: 5px;">C</div> <div style="margin-bottom: 5px;">T</div> </div> |
| 9. FAN IDLER PULLEY  | <ul style="list-style-type: none"> * Re- Clean * Re- Check * Shaft O.D * Pulley Bore I.D * Bearing End Clearance * Lock Nut Clearance | <div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: flex-start;"> <div style="margin-bottom: 5px;">C - Visual</div> <div style="margin-bottom: 5px;">C - Visual</div> <div style="margin-bottom: 5px;">M</div> <div style="margin-bottom: 5px;">M</div> <div style="margin-bottom: 5px;">M</div> <div style="margin-bottom: 5px;">M</div> </div> |
| 10. THERMOSTAT SUPPORT  | <ul style="list-style-type: none"> * Re- Clean * Re- Check * Full Open Temperature * Check Operating Temp | <div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: flex-start;"> <div style="margin-bottom: 5px;">C - Visual</div> <div style="margin-bottom: 5px;">C - Visual</div> <div style="margin-bottom: 5px;">M <input type="text"/> (if Reuse)</div> <div style="margin-bottom: 5px;">M <input type="text"/> (if Reuse)</div> </div> |

* C = Check M = Measure T = Torque

Lampiran 1

| REBUILD WORK PROCESS | | CHECK POINT | RESULT |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 11. FUEL PUMP / COMPRESSOR DRIVE  | <ul style="list-style-type: none"> Re- Clean Re- Check Bushing I.D Thrust Bearing Thickness Shaft O.D <ul style="list-style-type: none"> 1 2 Spring Coupling I.D Jaw Coupling I.D Cap Screw Torque $\frac{3}{8}$ Cap Screw Torque $\frac{1}{2}$ End Clearance | C - Visual C - Visual M M M M M M T T M | |
| 12. WATER PUMP DRIVE  | <ul style="list-style-type: none"> Re- Clean Re- Check Shaft O.D <ul style="list-style-type: none"> 1 2 Thrust Bearing Thickness Bushing I.D WTP Drive Clearance Housing ID | C - Visual C - Visual M M M M M M | |
| 13. TURBOCHARGER  | <ul style="list-style-type: none"> Re- Clean Re- Check Bearing Housing & ID Tourbine Housing Tourbine Wheel Compressor Wheel Compressor Housing Heat Seal Diffuser Diffuser Bolt Tension Compressor Wheel Lock Nut Tension Tourbine Housing Bolt Tension Thrust Clearance Radial Clearance | C - Visual C - Visual M C - Visual C - See Balance Result M - See Balance Result C - Visual C - Visual C - Visual T T T M M | |
| 14. AFTER COOLER  | <ul style="list-style-type: none"> Re- Clean Re- Check Pressure Test | C C M | |

T = Torque

* C = Check

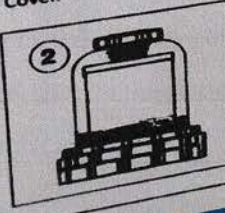
M = Measure

Lampiran 2

PROSEDUR GANTI FILTER FH235/FH236



1. Ganti Vent Cap dan buka Drain Valve. Drain bahan bakar sampai level dibawah Collar.
2. Buka Collar dengan menggunakan Collar Wrench Part no. 39444585 (option K) dan buka Clear Covernya.
3. Buka Filter, Cover dan Vent Cap Seal.
4. Bersihkan Cover, Collar dan Thread yang berada di Housing Diesel Pro.
5. Install Filter baru (Tabel 3,4). Cover Seal dan Vent Cap Seal.
6. Re Install Clear Cover dan mengencangkan Collar dengan menggunakan tangan.
7. Isi Clear Cover dengan Diesel Fuel sampai batas atas Filter.
8. Install Vent Cap dan kencangkan tangan.
9. Start Engine dan Running 1 menit dan Open Vent Cap sampai bahan bakar di Clear Cover turun sampai 30 mm di atas Collar.
10. Tutup Vent Cap dengan kekuatan tangan, monitor kondisi level Fuel di Clear Cover.



Diesel Pro® 236

Parts List

| Part No. | Description | Quantity |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| A | FH236 Cover Assembly (includes Vent Cap O-Ring, Collar O-Ring and Spring) | 1 |
| B | O-Ring Pack (includes replacement O-ring, Vent Cap O-Ring and Cover O-Ring) | 1 |
| C | Filter Element | 1 |
| D | Check Valve Assembly | 1 |
| E | Clear Cover (1878, 1879) | 1 |
| F | Adapter (1878, 1879) | 1 |
| G | 12 WCC, 130 W Condu (Therms) or 24 WCC, 130 W Condu (Therms) or 24 WCC, 250 W Condu (Therms) or 24 WCC, 250 W Condu (Therms) | 1 |
| H | Bottom Seal Assembly (includes Bottom Seal, Bottom Seal O-Ring, Drain Valve O-Ring, and Drain Valve) | 1 |
| I | Water In-Fuel (WIF) Sensor | 1 |
| J | Collar for Reduced Clearance | 1 |
| K | Collar Wrench, 1878 | 1 |
| 1878 | 1878 Spring | 1 |
| 1878 | 1878 Lid | 1 |

Table 3 - Replacement Filters - Diesel Pro

| Part Number | Description |
|-------------|------------------------------|
| FH235 | 12 WCC, 130 W Condu (Therms) |
| FH236 | 24 WCC, 130 W Condu (Therms) |
| FH237 | 24 WCC, 250 W Condu (Therms) |

Table 4 - Replacement Filters - Diesel Pro

| Part Number | Description |
|-------------|------------------------------|
| FH235 | 12 WCC, 130 W Condu (Therms) |
| FH236 | 24 WCC, 130 W Condu (Therms) |
| FH237 | 24 WCC, 250 W Condu (Therms) |

Lampiran 3

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Pengaruh putaran *Engine cummins* terhadap daya adalah tiap perubahan putaran *engine* yang terjadi dapat mempengaruhi nilai daya yang di hasilkan oleh *engine* itu sendiri. Semakin tingginya putaran *engine* terhadap beban maka akan semakin banyak juga pembakaran yang terjadi didalam ruang bakar sehingga akan menghasilkan tenaga daripada *engine* itu sendiri, untuk itu sangatlah diperlukan proses maintenance yang benar agar memperpanjang jangka waktu mesin dapat beroperasi.

a. Saran

Selalu melakukan perawatan berkala terhadap *engine* sesuai dengan jadwal yang ditentukan, kritis terhadap masalah mulai dari masalah kecil sampai masalah besar yang timbul pada *engine* dan segera lakukan perbaikan, melakukan *general overhaul* sesuai dengan jadwal yang ditentukan. Hal tersebut sangat dibutuhkan untuk selalu menjaga dan meningkatkan performansi *engine* yang turun akibat pengoperasian *engine* tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Corder, Antony. 1996. *Teknik Manajemen Pemeliharaan*. Jakarta : Penerbit Erlangga.
- Edword, Rakesh. 1996. *Manajemen Operasi. Edisi ke-8*. Jakarta : Binarupa Aksara.
- Kostas, Dervitsiotis. 1981. *Operation Management. 2nd edition*. New York : Mc Graw Hill International Book Company.
- Arismunandar, W, 2002, *Edisi kelima*, Institut Teknologi Bandung (ITB), Bandung.
- Arismunandar, W dan Kuichi Tsuda, 2004, *Motor Diesel Putaran Tinggi*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.]. Willard W. Pulkrabek, 2000, *Engineering Fundamentals of the Internal combustion Engine (second edition)*, Prentice Hall, New Jersey.