

**LAPORAN KERJA PRAKTEK
DI PT. BORMINDO NUSANTARA DURI – RIAU**

***PERAWATAN & MODIFIKASI MESIN CAT3408*
DI PT. BORMINDO NUSANTARA**

OLEH:

NOVRI YANDI PURNAMA

BP: 15072058



**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
PADANG
2017**

LEMBAR PENGESAHAN KERJA PRAKTEK



DI PT. BORMINDO NUSANTARA

Oleh:

NAMA : NOVRI YANDI PURNAMA
BP : 15072058

Jurusan Teknik Mesin
Program Studi D3 Teknik Mesin

Telah disetujui dan disahkan oleh :

Head Department,

Pembimbing Kerja Praktek,

Rudi Sukma
Head Maintanance Dept

Wazar
Ass. Mechanic Supv

Mengetahui:

PT. BORMINDO NUSANTARA DURI-RIAU

P.T. BORMINDO NUSANTARA
DURI REPRESENTATIVE
RIAU - INDONESIA

Donny Maryandi
Training & Sertifikasi Supt

LEMBAR PENGESAHAN KERJA PRAKTEK
DI PT. BORMINDO NUSANTARA


Oleh:

NAMA : NOVRI YANDI PURNAMA
BP : 15072058

Jurusan Teknik Mesin
Program Studi D3 Teknik Mesin

Telah disetujui dan disahkan oleh :

Dosen Pembimbing,


Dr. Ramli, M.Pd.
NIP. 19550508 198203 1 002

a.n Dekan FT-UNP
Kepala Unit Hubungan Industri


Ali Basrah Pulungan ST.,MT.
NIP. 19741212 200312 1 002

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis ucapkan atas kehadiran tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga dapat mengikuti kerja praktek di PT. Bormindo Nusantara serta menyelesaikan laporan kerja praktek dengan judul "**PERAWATAN & MODIFIKASI MESIN CAT3408**".

Terimakasih kami haturkan kepada PT. Bormindo Nusantara yang telah menerima kami melakukan kerja praktek guna mengenal dunia industri. Penulisan laporan kerja praktek ini dapat selesai tidak terlepas dari dukungan dan dorongan dari berbagai pihak, maka dari itu kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses penyusunan laporan kerja praktek ini, khususnya kepada:

1. Orang tua tercinta yang sangat penulis sayangi dan senantiasa memberikan dukungan dengan seluruh kasih sayang kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan kerja praktek dengan baik.
2. Seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan dengan baik secara materil dan non materil.
3. Dr. Ramli, M. Pd, selaku dosen pembimbing kami di jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Padang.
4. Pak Rudi Sukma selaku Maintenance Head Department yang bersedia menerima kami melakukan kerja praktek di perusahaan ini.
5. Bapak Wazar, selaku pembimbing kerja praktek di PT. Bormindo Nusantara Duri.
6. Bapak Andi, Bapak Hadi, Bapak Wazar, Bapak Desvial Indra yang bersedia memberikan ilmu dan hal lainnya selama kerja praktek ini berlangsung.
7. Pak Donny Maryandi selaku *Adm & Training Dept Supt* yang telah memberikan izin untuk kerja praktek di PT. Bormindo Nusantara Duri.
8. Semua karyawan PT. Bormindo Nusantara Duri yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membimbing selama kerja praktek berlangsung.

9. Rekan-rekan mahasiswa teknik mesin Universitas Negeri Padang yang telah memberikan dukungan dan do'a kepada kami.

Dalam penulisan laporan kerja praktek ini, kami sadar akan kekurangan baik dari penulisan maupun isi laporan, maka dari itu kami mengharapkan kritik dan saran agar dapat dijadikan acuan supaya lebih baik. Sekian dan terima kasih atas perhatiannya.

Duri, Juli 2017

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan PT. Bormindo Nusantara	ii
Lembar Pengesahan UNP.....	iii
Kata Pengantar	iv
Daftar Isi	vi
Daftar Gambar	viii
Daftar Tabel.....	xi

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang	1
B. Tujuan	2
C. Manfaat	2
D. Batasan Masalah.....	3
E. Sistematika Penulisan	3

BAB II PROFIL PERUSAHAAN

A. Sejarah Singkat Profil Perusahaan	4
B. Bidang Section	7
C. Kinerja PT. Bormindo Nusantara.....	7
D. Visi dan Misi PT. Bormindo Nusantara	8
E. Jam Kerja	8
F. Manajemen Perusahaan.....	8
G. Struktur Organisasi	9
H. HES (Healty, Environment and Safety).....	11
I. K3L (Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Lingkungan)	12
J. Hal yang Perlu diperhatikan dalam Keselamatan Kerja	13
K. Zona Lokasi Hazard	15
L. Lokasi Perusahaan.....	16

BAB III DASAR TEORI

A. Pengertian General Service	17
B. Manfaat Perawatan yang Baik dan Tepat Waktu	18

C. Masalah-Masalah yang Timbul pada Engine	18
D. Engine CAT 3408	23
E. Spesifikasi Engine CAT 3408.....	24
F. Pengertian Machine, Engine dan Heat Engine.....	24
G. Bagan Klasifikasi Heat Engine	24
H. Perbedaan Internal Combustion Engine dengan External Combustion Engine	25
I. Motor Bakar dan Klasifikasinya	26
J. Parameter Mesin Motor Bakar	33
K. Siklus Diesel	34
L. Prinsip Kerja Motor Bakar	35
M. Pendingin Pada Motor Bakar	37
N. Sistem Distribusi Bahan Bakar Pada Motor Bakar Diesel.....	40
O. Sistem Injeksi Pada Injektor Motor Bakar Diesel.....	43
P. Teknologi Pada Motor Bakar Diesel.....	46
Q. Mesin Sekrap.....	50

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan	62
B. Saran.....	63

DAFTAR PUSTAKA	64
-----------------------------	-----------

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Struktur Organisasi PT. Bormindo Nusantara.....	9
Gambar 2. PPE {Personal Protective Equipment)	13
Gambar 3. Area Keselamatan	14
Gambar 4. Denah Yard PT. Bormindo Nusantara Duri-Riau	15
Gambar 5. Lokasi PT. Bormindo Nusantara Duri-Riau.....	16
Gambar 6. Engine CAT 3408.....	23
Gambar 7. Bagan Klasifikasi Heat Engine	25
Gambar 8. Motor Bakar 2 Langkah	27
Gambar 9. Motor Bakar 4 Langkah	27
Gambar 10. Proses Pembakaran dengan Busi.....	28
Gambar 11. Proses Pembakaran dengan Cara Kompresi.....	28
Gambar 12. Piston Tunggal.....	29
Gambar 13. Piston Ganda	29
Gambar 14. Multi Piston	30
Gambar 15. Letak Katup Dibagian Kepala Piston	30
Gambar 16. Letak Katup Dibagian Samping Piston	30
Gambar 17. Letak Katup Dibagian Bawah Piston	31
Gambar 18. Pergerakan Piston Secara Translasi.....	31
Gambar 19. Pergerakan Piston Secara Radial.....	31
Gambar 20. Motor Bakar Bensin	32
Gambar 21. Motor Bakar Diesel	32
Gambar 22. Susunan Silinder Inline	33

Gambar 23. Susunan Silinder V	33
Gambar 24. Parameter Mesin Motor Bakar	33
Gambar 25. Siklus Diesel.....	34
Gambar 26. Pendingin Udara Stasioner	38
Gambar 27. Pendingin Udara Dinamis	39
Gambar 28. Kontraksi Pendingin Tipe Kondensor	39
Gambar 29. Kontraksi Pendingin Tipe Radiator.....	40
Gambar 30. Sistem Pompa Pribadi	40
Gambar 31. Sistem Distribusi	41
Gambar 32. Sistem Akumulator.....	42
Gambar 33. Nossel Katub Jarum, Nozzle Pasak.....	43
Gambar 34. Pompa Injeksi In-line	44
Gambar 35. Aliran Bahan Bakar.....	45
Gambar 36. Pompa Injeksi Distributor	45
Gambar 37. Aliran Bahan Bakar.....	46
Gambar 38. Variable Geometry Turbocharger	46
Gambar 39. Teknologi Diesel Common Rail.....	48
Gambar 40. Supercharger.....	49
Gambar 41. Turbocharger	49
Gambar 42. Mesin Sekrap.....	50
Gambar 43. Bagian Mesin Sekrap	51
Gambar 44. Mesin Sekrap Datar atau Horizontal	52
Gambar 45. Mesin Sekrap Vertikal.....	52
Gambar 46. Mesin Sekrap Eretan	53

Gambar 47. Pahat Sekrap Kasar Lurus	54
Gambar 48. Pahat Sekrap Kasar Lengkung	54
Gambar 49. Pahat Sekrap Datar	54
Gambar 50. Pahat Sekrap Runcing	55
Gambar 51. Pahat Sekrap Runcing Sisi	55
Gambar 52. Pahat Sekrap Runcing Sisi Kasar	55
Gambar 53. Pahat Sekrap Runcing Sisi Datar	55
Gambar 54. Pahat Sekrap Profil.....	56
Gambar 55. Pencekaman Benda Kerja Persegi.....	56
Gambar 56. Pencekaman Benda yang Tidak Rata	57
Gambar 57. Pencekaman Sumbu	57
Gambar 58. Pencekaman Benda sektoratau segmen.....	57

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Nama-nama Rig PT. Bormindo Nusantara	6
Tabel 2. Perbedaan ECE dengan ICE	26

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan teknologi yang semakin pesat memacu industri-industri terus berusaha meningkatkan kualitas dan kuantitas produk yang dihasilkannya. Dalam bidang industri saat ini, kualitas produk sangat menentukan tingkat persaingan. Industri yang tidak mampu menghasilkan kualitas produk yang baik akan dapat dengan mudah tersingkirkan oleh industri pesaingnya yang mampu menghasilkan produk lebih baik. Peningkatan hasil industri yang terus-menerus memerlukan proses produksi yang lancar. Kelancaran proses produksi dipengaruhi oleh keandalan dan ketersediaan (availability) mesin dan alat penunjang proses produksi yang dipergunakan. Mesin atau alat penunjang proses produksi yang rusak secara mendadak dapat mengganggu rencana produksi yang telah ditetapkan. Untuk menanggulangi hal tersebut diperlukan perencanaan perawatan mesin yang terjadwal (preventive maintenance) untuk mengurangi kerusakan mesin mendadak (failure maintenance). Tujuan utama dari kegiatan ini adalah untuk menjaga mesin atau fasilitas lainnya agar dalam keadaan siap pakai ketika diperlukan. Akan tetapi setiap perusahaan memiliki perbedaan kebijakan yang diterapkan. Hal ini didasari karena perbedaan konsep dalam memelihara mesin atau fasilitas lainnya. Perusahaan menilai pemeliharaan mesin ini sangat penting diperhatikan. Sistem pemeliharaan yang benar berpengaruh terhadap kelangsungan perusahaan. Hal ini disebabkan dengan sistem pemeliharaan yang benar maka akan berpengaruh terhadap kelancaran proses produksi. Kelancaran proses produksi membutuhkan mesin-mesin atau peralatan produksi yang berada dalam keadaan baik. Untuk menjaga kondisi agar mesin-mesin tersebut tetap dalam keadaan baik adalah dengan melakukan proses perawatan atau *general service*.

Masalah sistem perawatan merupakan salah satu masalah penting dalam industri, alasan utamanya adalah karena sistem perawatan merupakan faktor utama untuk kelangsungan hidup suatu sistem produksi. Jika mesin tidak dirawat, maka akan mengalami kerusakan yang lebih parah sehingga perusahaan akan

mengeluarkan biaya yang tidak sedikit untuk menggantikan komponen yang rusak. Untuk itu perusahaan harus melakukan sistem perawatan yaitu perawatan preventif pada mesin-mesin produksinya. Perawatan preventif merupakan perawatan secara berkala terhadap mesin-mesin produksi sebelum mesin mengalami kerusakan.

PT. Bormindo Nusantara sebagai salah satu perusahaan yang bergerak dibidang servis energi yang menyediakan produk, jasa dan solusi kepada industri energi. Untuk mendukung kineija dan memberikan servis terbaik kepada klien maka peralatan yang digunakan harus selalu dalam kondisi baik, salah satu peralatan yang di gunakan yaitu *Engine CAT 3408* yang berfungsi sebagai penggerak utama dari sebuah mesin industri. Karena dibutuhkannya kinerja yang baik maka *engine CAT 3408* ini harus dilakukan perawatan secara berkala atau perawatan rutin.

B. Tujuan

Tujuan dilakukan praktek lapangan industri ini adalah :

1. Mengetahui pengertian motor bakar, khususnya motor bakar diesel.
2. Mengetahui *general service engine CAT3408* di PT. Bormindo Nusantara.
3. Menentukan komponen - komponen yang harus dilakukan perawatan.

C. Manfaat

Adapun manfaat penulisan laporan praktek lapangan industri ini adalah :

1. Memberikan pemahaman empiric tentang dunia industry dalam segala hal.
2. Mempersiapkan diri sebelum terlibat langsung dalam dunia industry melalui aktivitas dan pemahaman yang ditemukan di industry.
3. Mengaplikasikan ilmu pengetahuan dan keterampilan serta mengembangkannya kembali setelah memasuki dunia industri.
4. Mengetahui komponen-komponen *mesin* yang harus dilakukan perawatan serta penggantian untuk menghindari kerusakan parah pada *mesin CAT 3408*.

D. Batasan Masalah

Supaya hasil laporan kerja praktek ini tidak menyimpang terlalu jauh dari maksud dan tujuan yang akan dicapai, maka pembahasan laporan kerja praktek ini dibatasi untuk hal sebagai berikut:

1. Mengetahui dan memahami motor bakar diesel.
2. Mengetahui dan memahami *perawatan mesin CAT 3408*.

E. Sistematika Penulisan

Langkah-langkah pembahasan pada masalah penelitian ini disajikan secara sistematis dengan urutan sebagai berikut:

1. BAB I PENDAHULUAN
2. Menjelaskan tentang latar belakang permasalahan, tujuan, manfaat, batasan permasalahan dan asumsi serta sistematika penulisan laporan.
3. BAB II TINJAUAN PUSTAKA
4. Menjelaskan tentang profil perusahaan PT. Bormindo Nusantara Duri.
5. BAB III DASAR TEORI
6. Berisi tentang acuan ataupun pedoman penelitian.
7. BAB IV METODOLOGI DAN PENGAMATAN Menjelaskan tentang hasil pengamatan dan inspeksi dari penelitian.
8. BAB V PENUTUP
9. Berisi tentang kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian serta saran mengenai hasil pengujian sebagai langkah untuk penyempurnaan penelitian.

BAB II

PROFIL PERUSAHAAN

A. Sejarah Singkat Perusahaan

PT. Bormindo Nusantara (BN) didirikan tahun 1981 sebagai perusahaan kontraktor jasa pengeboran minyak dan gas bumi dengan spesialisasi rig daratan di Indonesia. Sebagaimana layaknya perusahaan pengeboran minyak PT. Bormindo Nusantara memiliki rig-rig sebagai unit utama pengeboran.

Pada tahun 1984 pemegang saham baru bergabung dengan PT. Bormindo Nusantara dan sebuah tonggak besar dicapai ketika Caltex Pasific Indonesia (CPI), produsen minyak bumi satu-satunya di Indonesia waktu itu, menyepakati kontrak 5 tahun dengan PT. Bormindo Nusantara. Demi memenuhi kontrak ini PT. Bormindo Nusantara menyediakan tiga rig untuk pengeboran dan *Work Over Service*.

Tiga tahun kemudian yaitu tahun 1987 PT. Bormindo Nusantara memenangkan kontrak dari PT. Stanvac Indonesia di Sumatera Selatan, dan untuk untuk itu PT. Bormindo Nusantara membeli tambahan rig beserta peralatannya. Pada tahun berikutnya PT. Bormindo Nusantara memenangkan kontrak *Well Service* untuk mengerjakan sumur-sumur produksi PT. Caltex Pasific Indonesia di Sumatera Tengah. Dan untuk memenuhi kontrak tersebut 4 unit *Well Service* rig telah diberikan. Tahun 1989 kembali mendapatkan kontrak pemboran eksplorasi dari *The Joint Operation Body* Pertamina Canada North West Energy (SS) Ltd. Kemudian pada tahun 1991 kembali memenangkan kontrak pemboran dengan *Humpus / Patragas Drilling Campaign* didaerah Cepu, Jawa Tengah.

Dengan pengalaman hamper 30 tahun BN menyediakan berbagai jasa terkait pengeboran yang *kompreshensif*, yaitu jasa pengeboran, jasa *Workover* dan pengelolaan sumur, jasa manajemen proyek yang terintegrasi, jasa penyewaan peralatan, jasa *service engine* serta jasa pelatihan tenaga kerja. Jasa pengeboran dilakukan dengan 10 rig yang berspesifikasi tinggi yang dimiliki saat ini. BN juga menawarkan berbagai jasa terkait pengeboran, antara lain pengendali sumur tekanan tinggi, pipa pengeboran khusus, sistem pencatatan dan pemantauan

pengeboran, pengeboran *top drive*, dan peralatan pemindah rig. BN juga memberikan jasa *Workover* dan pengelolaan sumur.

BN berhasil menambah jumlah klien dari 4 klien pada tahun 2009, menjadi 5 klien pada tahun 2010 dan jumlah kontrak dari 14 di tahun 2009 menjadi 15 di tahun 2010. Ini memungkinkan pemakai jasa melakukan intervensi apapun yang dibutuhkan terhadap sumur minyak ataupun melakukan pengelolaan sumur lainnya. Melengkapi layanan diatas, BN dapat memberikan layanan pengelolaan seluruh aspek rekayasa dan operasional pengeboran, mulai dari pembuatan konsep hingga eksekusi dan penyelesaian, semua tercakup dalam jasa manajemen proyek yang terintegrasi. Sepanjang tahun 2010 industri perminyakan di Indonesia mengalami penurunan karena turunnya harga minyak dan tidak kondusif nya iklim investasi. Hal ini mempengaruhi jasa industry pengeboran minyak dan gas, terlihat dari berkurangnya jasa tender jasa pengeboran dan menurunnya tarif harian operasi (ODR).

Langkah lain yang dilakukan BN adalah melakukan diverifikasi pelanggan diluar Cevron, klien terbesar BN. Sebagai hasilnya terjadi peningkatan menggunakan rig diluar Chevron menjadi 3 unit ditahun 2010 dari 2 unit ditahun 2009. Selain itu BN telah melakukan penghematan biaya tanpa mempengaruhi kualitas, keselamatan kerja dan lingkungan. Menurunnya kegiatan operasional sepanjang tahun 2010 juga dimanfaatkan BN untuk melakukan perbaikan internal guan mempersiapkan diri untuk menghadapi pertumbuhan pesat di tahun-tahun mendatang. Pada tahun 2010 telah dilakukan reorganisasi dengan mengubah jajaran direksi. Pengunduran diri Veronica Lukito sebagai direktur digantikan oleh Leona Mulyadi dan pengangkatan Charles Daniel Gobel sebagai direktur. Keyakinan bahwa bisnis minyak dan gas masih akan berkembang dimasa depan, membuat BN ditahun 2010 menjadikan sebagai tahun konsolidasi guan guan mempersiapkan tantangan-tantangan dimasa mendatang, sejalan dengan visi perseroan untuk menjadi perusahaan terkemuka dibidang sumber daya alam.

Saat ini PT. Bormindo Nusantara telah memiliki tenaga kerja lebih dari 700 karyawan dan mengoperasikan peralatan rig sebanyak 16 rig serta fasilitas bekerja seperti: *Office, Workshop, Yard, Warehouse, Toolhause* untuk menunjang aktivitas usaha perusahaan yang terletak di Duri-Riau dengan luas tanah ± 7 Ha.

Untuk dapat selalu mendapat kepuasan pelanggan, Pt. Bormindo Nusantara telah menerapkan System Manajemen Terpadu, yaitu Sistem Manajemen Mutu ISO 9001 : 2008, dan sekarang sedang dalam proses perencanaan Sistem Manajemen K3L : OHSAS 18001 : 2007 dan INTEGRITAS 14001 : 2004

Tabel 1. Nama-nama Rig PT. Bormindo Nusantara

No	Nama Rig	Merk	Power
1	BN-01	Frank Cabot	550
2	BN-03	Skytop	750
3	BN-05	Cooper	350
4	BN-08	Cooper	350
5	BN-09	Skytop	550
6	BN-10	Cooper	350
7	BN-11	China	550
8	BN-12	China	550
9	BN-14	China	550
10	BN-15	China	550
11	BN-16	China	550
12	BN-17	China	550
13	BN-18	China	550
14	BN-19	China	550

B. Bidang Section

Berbagai bidang section yang ada di PT. Bormindo Nusantara, antara lain:

1. *Mechanic Shop*
2. *Electric Shop*
3. *WeldingShop*
4. *Heavy Duty*
5. *Mech Transport Shop*

Pada bagian MTC *Departement* di PT. Bormindo Nusantara terbagi atas 5 *section* sebagai sarana dan prasarana penunjang untuk pekerjaan *Drilling* dan *Service* di RIG PT, Bormindo Nusantara, antara lain : (1) *Mechanic Heavy Duty*, (2) *Mechanic Transport*, (3) Mesin Bubut, (4) *Mekanik Engine* dan (5) *Mekanik Project*.

C. Kinerja PT. Bormindo Nusantara

Kinerja PT. Bormindo Nusantara diakui sangat baik, hal ini terbukti dengan adanya prestasi dan peristiwa penting yang diperolehnya, adanya visi dan misi perusahaan, adanya kunci keberhasilan bisnis, adanya kedisiplinan jam kerja, serta mengutamakan kesehatan dan lingkungan. Disamping itu PT. Bormindo Nusantara mempunyai kontrak kerja sama dengan perusahaan minyak dan gas yang memiliki lapangan operasi didarat, sebab BN hanya menyewakan rig untuk pengeboran dan pemeliharaan sumur minyak dan gas didarat (*on-shore*). Beberapa contoh perusahaan minyak dan gas yaitu Chevron, Exxon Mobil, Pertamina, TAC BWP Pertamina Meruap, Pilona, PSR Langgak, SPE, CBM Project Company. Saat ini pelanggan terbesar PT. Bormindo Nusantara adalah Chevron. Seperti perusahaan yang memberikan jasa lainnya, hanya kepuasan yang akan melanggengkan suatu hubungan kerja. Oleh karena itu BN terus menerus meningkatkan layanan yang diberikannya memenuhi semua kesepakatan dalam kontrak dan juga menjaga tingkat kesehatan dan keamanan kerja.

Agar kondisi industry minyak dan gas semakin baik ditahun mendatang, BN telah melakukan langkah antisipasi seperti melakukan pembenahan internal, melakukan efisiensi biaya dan diversifikasi usha seperti CBM, *Radial Drilling* maupun *Integrated Project Management* sehingga kedepannya BN akan mampu

melayani permintaan pasar terhadap jasa pengeboran minyak dan gas yang semakin beragam.

D. Visi dan Misi PT. Bormindo Nusantara

Adapun visi dan misi yang dimiliki PT. Bormindo Nusantara adalah :

1. Visi

"Menjadi Perusahaan teladan yang bertanggung jawab untuk menghasilkan kualitas kerja dan lingkungan yang aman serta sehat".

2. Misi

"Memajukan perusahaan hingga berskala internasional. Selalu menyempurnakan kerja sama antara pelanggan dan mitra kerjanya dalam melaksanakan petunjuk-petunjuk keselamatan kesehatan kerja dan lingkungan untuk mencapai standar keselamatan, kesehatan kerja dan lingkungan yang tinggi kesadaran dan keselamatan serta keuntungan bersama melalui karyawan yang berkualitas dengan mematuhi segala hukum".

E. Jam Kerja

Pemagian jam kerja bagi karyawan PT. Bormindo Nusantara sesuai dengan undang-undang tenaga kerja, yaitu 8 jam/hari. PT. Bormindo Nusantara merupakan kontraktor dari PT. Chevron Pasific Indonesia (CPI) dan untuk memenuhi permintaan maka diperlukan penambahan jam kerja yang biasa disebut *overtime*.

F. Manajemen Perusahaan

Sistem manajemen ditentukan oleh pengambilan keputusan atau pemimpin perusahaan yang mana dari pemimpin ini akan lahir kebijakan penting bagi perusahaan sehingga perusahaan dapat berjalan dengan baik. Manajemen merupakan hal yang sangat penting dalam mengelola suatu perusahaan, lancar atau tidaknya perusahaan tergantung dengan sistemnya. Tidak satu perusahaan pun yang dapat bertahan tanpa memiliki system manajemen yang efektif dan efisien. Secara garis besar manajemen memiliki berbagai fungsi, yaitu :

1. *Planning*

Merupakan fungsi manajemen untuk menentukan tujuan dan program perusahaan. Setiap kegiatan yang dicapai atau dilaksanakan harus dibuat perencanaannya terlebih dahulu.

2. *Organizing*

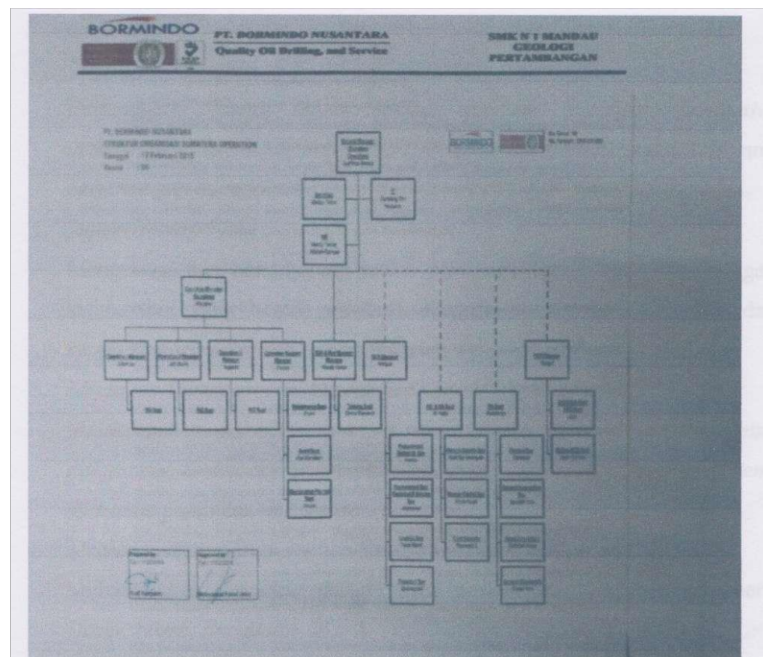
Merupakan peralatan yang penting bagi perusahaan karena didalam nya tergambar tanggung jawab, wewenang dan tugas yang besar. Terdiri dari beberapa orang yang terkoordinir untuk mencapai tujuan yang sama. Pengorganisasian dapat membantu penyelesaian masalah serta perselisihan yang mungkin terjadi akibat tidak teraturnya pembagian tugas.

3. *Communication*

Communication merupakan suatu usaha pergerakan pemimpin terhadap bawahannya. Seluruh tugas terselesaikan atau terkendala semua itu dilakukan dengan cara komunikasi.

G. Struktur Organisasi

Adapun struktur organisai PT. Bormindo Nusantara Duri dapat dilihat pada gambar 1



Sumber : Yandi(2017) Struktur Organisai PT. Bormindo Nusantara Duri

Gambar 1. Struktur Organisai PT. Bormindo Nusantara Duri

Struktur organisasi adalah kerangka yang menunjukkan segenap tugas, wewenang dan tanggung jawab seluruh departemen perusahaan dan anggotanya.

Adapun tanggung jawab masing-masing bidang adalah :

1. *Maintenance Super Intendent*

Mengkoordinir dan bertanggung jawab atas seluruh pelaksanaan pekerjaan dilapangan yang berkaitan dengan *Maintenance*.

2. *Department Admin*

Melaksanakan pekerjaan tata usaha pada MTC Deptment, membuat surat, laporan, menyusun file, melayani permintaan material (MR) dan mendata seluruh kebutuhan yang diperlukan oleh masing-masing departemen.

3. *Department Planner*

Bertanggung jawab dalam bentuk rencana pekerjaan *preventive maintenance, overhaul, calibration, project, design* dan segala hal yang berhubungan *maintenance*.

4. *Supervisorory Field*

Mengawasi dan bertanggung jawab atas segala unit yang berhubungan *mechanical* yang berada dilokasi. Koordinasi aktivitas *mechanic* dan *supporting* terhadap kebutuhan material.

5. *Mechanic Transport and Mechanic Shop*

Melaksanakan perbaikan dan perawatan mesin-mesin seperti *transmisi, differential, under, carier, winch, air compressor, brake, streering system, hydraulic pump* dan unit transport lainnya.

6. *Mechanic Heavy Duty*

Melaksanakan perbaikan dan merawat mesin-mesin *Heavy Duty* seperti *Dozer, crane, Excavator* dll.

7. *Late Operation / Specialist*

Mengoperasikan mesin bubut untuk kebutuhan operasional dengan presisi dan standar operasi prosedur yang benar.

8. *Electric Supervisory*

Bertanggung jawab atas segala unit yang berhubungan elektrik yang dimiliki perusahaan, mengkoordinasi dan memberikan laporan pekerjaan.

9. *Foreman Electric*

Mengawasi dan bertanggung jawab atas segala unit yang berhubungan dengan *electrical* yang ada di *shop*, *field* dan *trouble shooting* apabila ada kerusakan berat terjadi di lokasi maupun di *yard*.

10. *Chief Electric Field*

Mengawasi dan bertanggung jawab atas segala unit yang berhubungan dengan *electrical* yang ada.

11. *Electrician and Field*

Memahami dan mengerti instalasi serta perbaikan peralatan listrik dengan prosedur yang benar, sesuai dengan tugas yang diberikan oleh atasan. Melakukan *control* ketelitian dalam menggunakan alat listrik, *micrometer*, kalibrasi *instrument*, *pressure gauge*, *alignment* dan *maintenance hand tools*.

H. HES (Healty, Enviroment and Safety)

BN dikenal sebagai perusahaan jasa pengeboran minyak dan gas dengan reputasi yang baik dibidang kesehatan, keselamatan kerja dan lingkungan. Komitmen BN yang sangat tinggi terhadap keamanan kerja dan kualitas operasional telah menempatkan BN pada kontraktor jasa pengeboran dengan tingkat kecelakaan rendah. Selama tahun 2010 kinerja K2L BN menunjukkan bahwa semua target dapat tercapai kecuali untuk tingkat kecelakaan bermotor dengan jumlah 1 kejadian.

HSE adalah suatu unsur kesehatan, keselamatan dan lingkungan menjadi tak terpisahkan dari kehidupan manusia. HSE adalah sikap mental, pola pikir dan perilaku seseorang yang apabila bertindak selalu berpihak kepada kondisi yang sehat, selamat dan bersahabat dengan lingkungan. HSE adalah budaya, kebiasaan hidup yang sudah menjadi bagian kehidupan yang selalu memprioritaskan kesehatan dan lingkungan.

Prinsip dasar HSE diantaranya :

1. Semua kecelakaan, cedera, sakit akibat kerja dan pencemaran lingkungan dapat dicegah.
2. Keselamatan, kesehatan kerja dan lingkungan K3L adalah persyaratan kerja dan bertanggung jawab setiap karyawan.

3. Jajaran manajemen bertanggung jawab dalam pelaksanaan manajemen K3L.
4. Audit manajemen K3L harus dilakukan secara berkala.
5. Setiap penyimpangan dalam pekerjaan harus diperbaiki.
6. Setiap kecelakaan harus diselidiki.
7. Kepedulian K3L mempunyai dampak yang baik bagi perusahaan, karena semua resiko dan paparan pekerjaan harus dievaluasi secara sistematis dan dilakukan tindak pencegahan yang sesuai prosedur.

I. K3L (Keselamatan, Kesehatan kerja dan Lingkungan)

PT. Bornindo Nusantara menyadari bahwa dalam melaksanakan kegiatan mencari dan mengembangkan sumber daya minyak dan gas bumi berpotensi untuk menimbulkan dampak terhadap keselamatan, kesehatan kerja dan lingkungan sekitarnya adalah merupakan kewajiban dan merupakan tanggung jawab PT. Bormindo Nusantara.

Dalam menjalankan usaha dan kegiatan operasinya selalu mengutamakan keselamatan dan kesehatan kerja bagi karyawan dan mitra kerjanya, melindungi lingkungan dari dampak yang ditimbulkan serta memelihara hubungan yang harmonis dengan masyarakat setempat.

Untuk memenuhi komitmen tersebut PT. Bormindo Nusantara menetapkan kebijakan-kebijakan sebagai berikut:

1. Membrikan prioritas utama terhadap aspek keselamatan, kesehatan kerja dan lingkungan (K3L) baik daam perencanaan dan pengembangan setiap kegiatan operasional.
2. Memenuhi seluruh ketentuan dan seluruh peraturan perundang-undangan serta standar industry yang berlaku dibingan K3L.
3. Menuju komitmen manajemen dan kepemimpinan serta memperlihatkan keteladanan dalam pengelolaan dan pelaksanaan K3L.
4. Berperan aktif dan turut berpartisipasi bersama instansi pemerintah dan intitusi lainnya dalam merumuskan dan mengembangkan peraturan dan standar K3L.
5. Memberikan informasi kebijakan K3L secara baik dan memerikan pelatihan kepada seluruh karyawan PT. Bormindo Nusantara, mitra kerja

dan kontraktor mengenai keselamatan, kesehatan kerja dan lingkungan (K3L).

6. Mengembangkan dan menerapkan system tanggap darurat untuk menghadapi keadaan darurat secara efektif.

J. Hal yang Perlu Diperhatikan dalam Keselamatan Kerja

Pada saat pekerja berada dilapangan atau diluar kantor, hendaklah memakai PPE (Personal Protective Equipment) atau APD (Alat Pelindung Diri) yang dirancang untuk menjadi pelindung terakhir bagi tubuh. Dirancang untuk mencegah kecelakaan tetapi mengurangi resiko akibat kecelakaan. PPE yang wajib penggunaannya dilapangan dapdat dilihat pada gambar 2.



Sumber : Yandi(2017) PPE (Personal Protective Equipment)

Gambar 2. PPE (Personal Protective Equipment)

- a. *Safety Eye Glass* digunakan untuk melindungi pekerja tanpa membatasi pandangan terhadap sinar matahari, debu, percikan pasir/logam dan bahan kimia.
- b. *Hand Protection* merupakan sarung tangan yang digunakan untuk melindungi tangan pada peralatan yang basah, licin, permukaan kasar, panas dan bahaya kimia serta bahan lainnya yang dapat melukai tangan sewaktu bekerja.

- c. *Safety Working Cloth* pakaian kerja keselamatan yang digunakan untuk memberikan perlindungan maksimum pekerja terhadap percikan fluida dan sengatan matahari tanpa mempengaruhi keleluasan saat bekerja.
- d. *Safety Hat* digunakan untuk melindungi kepala dari benda-benda berat ataupun benturan keras dibagian kepala.
- e. *Ear Plug* dipakai pada daerah kerja yang memiliki tingkat kebisingan tinggi.
- f. *Safety Shoes* merupakan alat pelindung kaki yang digunakan pekerja pada saat bekerja dilapangan.
- g. *Disposable Respiratory Protection* merupakan alat perlindungan pernapasan dari debu, asap dan gas beracun. Digunakan untuk menutup hidung dan mulut.

Jika terjadi kecelakaan yang fatal di PT. Bormindo Nusantara akan membunyikan alarm yang sangat panjang untuk menandakan bahaya, maka seluruh pekerja harus berkumpul di *master point*. Lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 3.



Sumber : Yandi(2017) Area Keselamatan

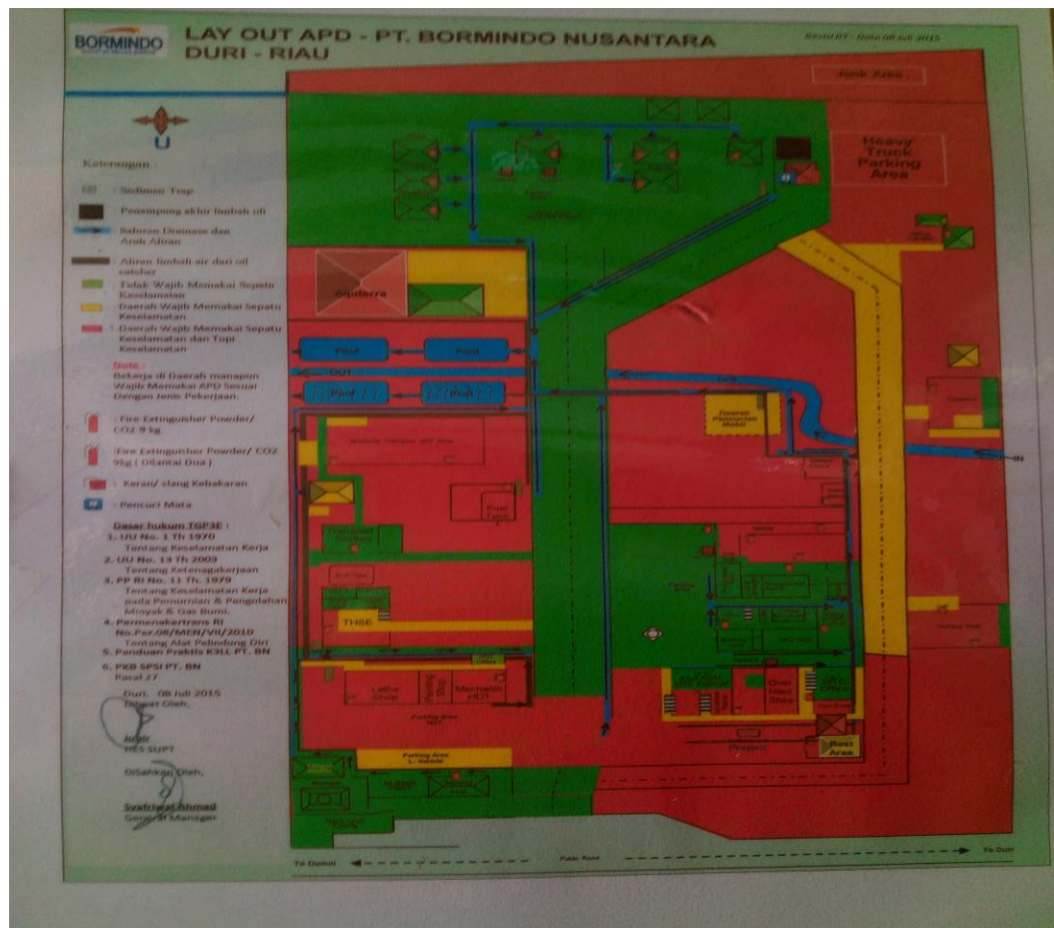
Gambar 3. Area Keselamatan

K. Zona Lokasi Hazard

Pt. Bormindo Nusantara memiliki 3 zona, yaitu :

1. Zona hijau, merupakan daerah yang tidak memerlukan *safety* pada saat berada dilingkungan tersebut.
2. Zona kuning, merupakan daerah disarankan menggunakan *safety shoes and safety helmet*. Namun tidak diwajibkan untuk menggunakannya.
3. Zona merah, merupakan daerah diwajibkan untuk menggunakan seluruh peralatan *safety*

Berikut denah zona atau Yard PT. Bormindo Nusantara yang wajib ditaati sesuai dengan penggunaan PPE (*Personal Protective Equipment*). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 4.

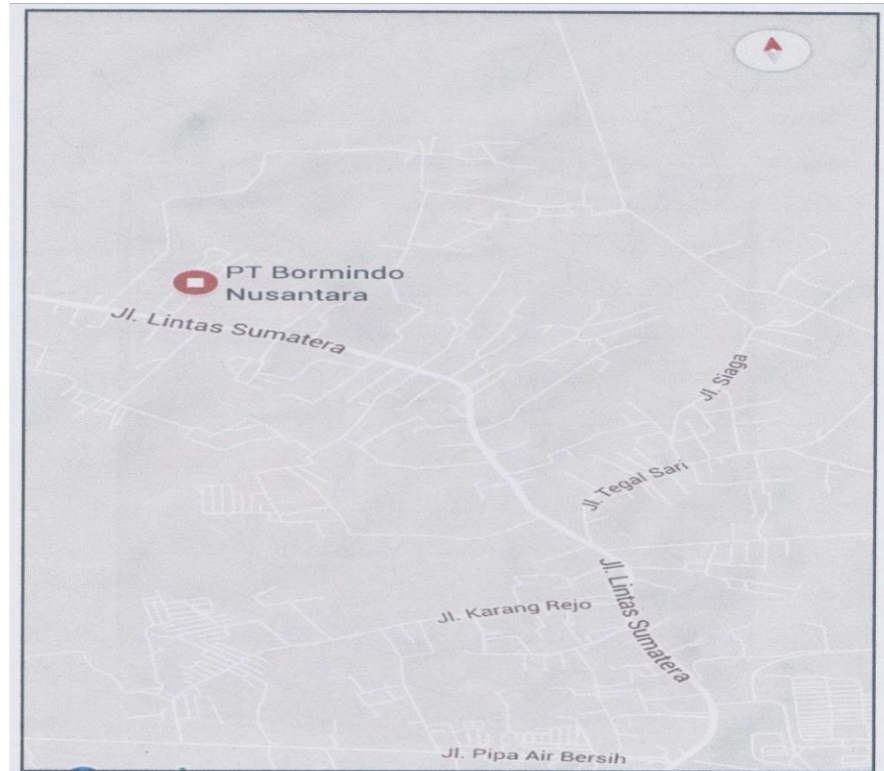


Sumber : Yandi(2017) Denah Yard PT. Bormindo Nusantara

Gambar 4. Denah Yard PT. Bormindo Nusantara

L. Lokasi Perusahaan

Lokasi cabang PT. Bormindo Nusantara berada di kota Duri-Riau jalan lintas Duri-Dumai Km 134. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 5.



Sumber : Yandi(2017) Lokasi PT. Bormindo Nusantara Duri-Riau

Gambar 5. Lokasi PT. Bormindo Nusantara Duri-Riau

BAB III

DASAR TEORI

A. Pengertian *General Service* dan *modifikasi engine*

General service adalah pemeriksaan dan pembersihan komponen vital pada mesin yang dilakukan secara rutin dan periodik dengan interval waktu pelaksanaan yang tetap dan singkat. Pada umumnya sebuah mesin dirancang dengan maksud membantu manusia meningkatkan produktifitas sehingga rancangannya selalu diharapkan agar dapat mencapai usia pakai yang optimal. Seperti yang kita ketahui bahwa setiap pengoperasian mesin yang dilakukan dengan kurun waktu yang cukup lama, maka daya produktifitas pada mesin tersebut akan menurun. Oleh karena itu perlu dilakukannya *general service* pada *engine*. Beberapa faktor yang sangat mendukung agar kinerja *engine* selalu dalam kondisi baik, diantaranya yaitu :

1. Penggunaan *engine* yang tepat, sesuai dengan medan operasinya.
2. Teknik pengoperasian yang baik, benar dan aman.
3. Perawatan yang baik dan tepat waktu.

Bagaimanapun canggihnya suatu produk teknologi, tanpa perawatan yang baik dan tepat waktu maka tujuan diciptakannya produk tersebut hanya akan menjadi cita-cita dan angan-angan bahkan hanya akan menimbulkan pemborosan dan kerugian. Kegiatan-kegiatan yang umum dilakukan dalam *general service* misalnya:

1. Memeriksa fungsi dari mekanisme komponen.
2. Memeriksa dan menyetel (adjustment).
3. Membersihkan.
4. Penggantian oli.

Perbaikan ringan sangat penting peranannya dalam mencapai tingkat keberhasilan proses pemeliharaan yang dilakukan terhadap suatu komponen unit instalasi. Kegiatan pembongkaran (*overhaul*) pada mesin biasanya dilakukan secara periodik dan sangat teratur serta mempunyai konsentrasi dan perhatian yang lebih dibanding pemeriksaan rutin dan pemeliharaan kecil. Pada kegiatan ini dilakukan pembongkaran mesin untuk mengecek kondisi komponen mesin secara

menyeluruh untuk mengetahui kemungkinan kerusakan yang terjadi pada mesin yang tidak dapat diketahui hanya dengan pemeriksaan rutin.

Modifikasi engine juga dilakukan disini. Perubahan engine dari engine konstan ke variabel bertujuan untuk mencegah terjadinya over heat, karena pada engine konstan tenaga hanya konstan sedangkan pada variabel tenaga yang dikeluarkan sesuai dengan kapasitas yang dibutuhkan, contohnya saja pada kendaraan bermotor setiap rotasi gigi mempunyai batas kecepatan.

B. Manfaat Perawatan yang Baik dan Tepat Waktu

Manfaat perawatan yang baik dan tepat waktu sesuai dengan jadwal perawatan berkala meliputi:

1. Mencegah kerusakan kecil menjadi besar.
2. Mengetahui kerusakan secara dini. Karena merawat berarti memantau perkembangan dan keadaan *machine*.
3. Mengontrol dan mengurangi biaya operasi dan perawatan.
4. Meningkatkan ketersediaan/kesiapan *machine*.
5. Meningkatkan daya guna/produktivitas *machine*.

Machine yang telah beroperasi sekian lama, sebagaimana manusia juga memerlukan perawatan seperti:

1. Jadwal penggantian pelumas.
2. Jadwal perawatan pencegahan (*preventive maintenance*).

Perawatan lain yang harus dilakukan setiap hari adalah perawatan ringan yang dikerjakan oleh operator yang kita kenal dengan istilah Pemeriksaan Keliling (*walk Around Inspection*).

Untuk teknisi yang bertugas pada bagian *overhaul* juga kenal semacam perawatan lain yaitu Pemeriksaan Sebelum Start (*Checking Before Start*). Pekerjaan ini biasanya dilakukan setelah *machine* atau *engine* menjalani perbaikan/*overhaul* dan menjelang uji coba (*test run*).

C. Masalah-Masalah yang Timbul Pada Engine dan Cara Penanganannya

Motor penggerak yang sangat kokoh sekalipun akan mengalami keausan dan dapat menimbulkan masalah. Jika terjadi demikian maka akan timbul peringatan-peringatan awal. Berikut merupakan daftar yang berisi petunjuk

perbaikan motor penggerak yang sering terjadi, selain itu ditunjukkan beberapa penyebab utama dari masalah-masalah tersebut.

1. Kepulan asap hitam yang berlebihan pada saat penuh beban (panas)

Penyebab :

- a) Kotoran pembersih udara utama sekunder.
- b) Beban berlebihan.
- c) Bahan bakar berlebihan.
- d) Pengoperasian pada roda gigi yang tinggi
- e) Kesalahan *turbocharger*.

Penanganan :

- a) Pemeriksaan analisa teknik.

2. Kepulan asap biru (pamakaian oli)

Penyebab :

- a) Pengoperasian motor penggerak beijam-jam.
- b) Keausan atau kerusakan ring-liner.
- c) Keausan sekat (seal) *turbocharger*.
- d) Keausan katup pengantar.

Penanganan :

- a) Pemeriksaan oli berkala.
- b) Pemeriksaan komponen perbaikan.
- c) Pemeriksaan penentuan perbaikan.

3. Kepulan asap putih (uap air dalam ruang pembakaran)

Penyebab :

- a) Kebocoran kepala paking (gasket).
- b) Keretakan kepala/liner.
- c) Kesalahan injector.
- d) Kesalahan prosedur starting.
- e) Kesalahan siklus pengabutan bahan bakar.
- f) Bahan bakar bermutu rendah.

Penanganan :

- a) Pemeriksaan analisa teknik.

4. Pemborosan minyak pelumas/tekanan berlebihan dalam blok mesin

Penyebab :

- a) Pengoperasian motor penggerak beijam-jam.
- b) Keausan atau kerusakan ring-liner.
- c) Keausan sekat (seal) *turbocharger*.
- d) Keausan katup pengantar.

Penanganan :

- a) Pemeriksaan oli berkala.
- b) Pemeriksaan komponen perbaikan.
- c) Pemeriksaan penentuan perbaikan.

5. Timbul suara-suara tak wajar

Penyebab :

- a) Injektor nocle bahan bakar tidak berfungsi.
- b) Keausan bantalan pin torak.
- c) Keausan bantalan batang torak.
- d) Kemacetan *turbocharger*.
- e) Pukulan katup berlebihan.

Penanganan :

- a) Penyetelan.
- b) Pemeriksaan analisa teknik.
- c) Pemeriksaan penentuan perbaikan.

6. Kekurangan tenaga

Penyebab :

- a) Saringan bahan bakar kotor.
- b) Saringan udara kotor.
- c) Kesalahan penyetelan pada pengatur (governor) sambungan.
- d) Injektor/nozzle bahan bakar tidak berfungsi.
- e) Ketidak tepatan set point.
- f) Kesalahan pengoperasian motor penggerak.
- g) Slipping converter momen putar.
- h) Bahan bakar bermutu rendah.

Penanganan :

- a) Penanganan analisa teknik.
- b) Penyetelan

7. Peningkatan pemakaian bahan bakar

Penyebab :

- a) Kebocoran bahan bakar
- b) Saringan udara kotor.
- c) *Turbocharger* tidak berfungsi.
- d) Cerobong pancar bahan bakar/injector tidak berfungsi.
- e) Ketidak tepatan set point.
- f) Kesalahan pengoperasian motor penggerak.

Penanganan :

- a) Penanganan analisa teknik.
- b) Penyetelan

8. Pemborosan bakar secara total

Penyebab :

Pemborosan pemakaian bahan bakar oleh sebuah motor penggerak member petunjuk tentang keausan pada suku cadang motor penggerak.

Penanganan :

- a) Penanganan analisa teknik.
- b) Penyetelan

9. Panas berlebihan (*over heating*)

Penyebab :

- a) Penyumbatan inti radiator (luar dan dalam).
- b) Kesalahan penyetelan atau keausan sabuk/puli.
- c) Air pendingin kurang.
- d) Regulator temperatur tidak berfungsi.
- e) Saringan udara kotor.
- f) Kesalahan teknik pengoperasian.
- g) Slipping converter momen putar.

Penanganan :

- a) Pemeriksaan analisa teknik.

b) Perawatan system pendingin.

10. Kesulitan menghidupkan motor penggerak (salah satu dari silinder atau lebih tidak berfungsi)

Penyebab :

- a) Keausan pompa injector bahan bakar.
- b) Ketidak tepatan teknik *start*.
- c) Kualitas bahan bakar rendah.
- d) Kadar setane rendah atau terdapat air dalam bakar.
- e) Cerobong pancar/injector bahan bakar tidak berfungsi.
- f) Rendahnya kecepatan putar engkol.

Penanganan: Penyetelan

11. Oli melebihi kapasitas

Penyebab :

- a) Air pendingin bahan bakar masuk kedalam bak engkol akibat kebocoran.
- b) Pengisian oli tidak tepat.

Penanganan : Pemeriksaan oli berkala.

12. Saringan oli kotor

Penyebab :

- a) Sistem pemasukan kotor.
- b) Kerusakan bantalan.
- c) Air pendingin/bahan bakar masuk kedalam bak engkol akibat kebocoran.
- d) Penundaan waktu penggantian oli.
- e) Penggunaan oli secara tidak tepat.

Penanganan : Pemeriksaan oli berkala.

13. Hasil pemeriksaan oli berkala

Penyebab :

Pemeriksaan oli berkala merupakan satu-satunya indikator terbaik untuk mengetahui kausan pada bagian motor penggerak dan teijadinya kerusakan parah.

Penanganan : Pemeriksaan oli berkala.

14. Meteran jam service motor penggerak

Penyebab :

Jam meteran service juga merupakan indicator untuk mengetahui kapan diperlukan perbaikan.

Penanganan : Hasil pemeriksaan oli berkala.

D. Engine CAT 3408

Bertahun-tahun dalam industry *engine*, Caterpillar mendapatkan pengalaman dalam teknologi yang diperluksn untuk merancang dan membuat *engine* berkualitas tinggi yang menawarkan performa maksimum dengan biaya operasi rendah. *Engine* 3408 dirancang dengan mempertimbangan :

1. Kehandalan
2. Perawatan
3. Usia kerja sebelum *overhaul* dilakukan
4. Biaya *overhaul* yang rendah
5. Fleksibilitas aplikasi
6. Keekonomisan bahan bakar
7. Pengaturan oli
8. Performa

Caterpillar selalul menekankan kekuatan dan kualitas serta kesinambungan melakukannya. Engine 3408 merupakan engine disel yang kuat, *in-line* (segaris) 6 silinder. Engine ini memiliki bore diameter 5,4 inch, stroke 6,5 inch dan displacement 893 inch³. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gamabar 6.



Sumber : Yandi(2017) Engine 3408

Gambar 6. Engine 3408

E. Spesifikasi *Engine* CAT 3408

Engine Caterpillar 3408 adalah salah satu jenis *engine* yang digunakan pada *logging truck*. Karena *engine* merupakan suatu sistem yang penting, maka dibutuhkanlah suatu perawatan terhadap *engine* tersebut agar tidak terjadi kerusakan yang berdampak besar. *Engine* Caterpillar 3408 memiliki spesifikasi

1. Mesin 8 silinder, 4 langkah
2. Bore 4.33 in (110 mm)
3. Stroke 5.0 in (127 mm)
4. Displacement 439 cu in (7.2 L)
5. Aspiration (AATC)
6. Rasio kompresi 175-300 HP (16:1)
7. Putaran flywheel berlawanan arah jarum jam
8. Sistem pendingin 4.75 gal (18.0 L)
9. Sistem pelumasan oli (refill) 3.5 gal (.2 L)
10. Berat flywheel, net dry (aprox) 1295 lb (588 kg)

F. Pengertian *Machine*, *Engine* dan *Heat Engine*

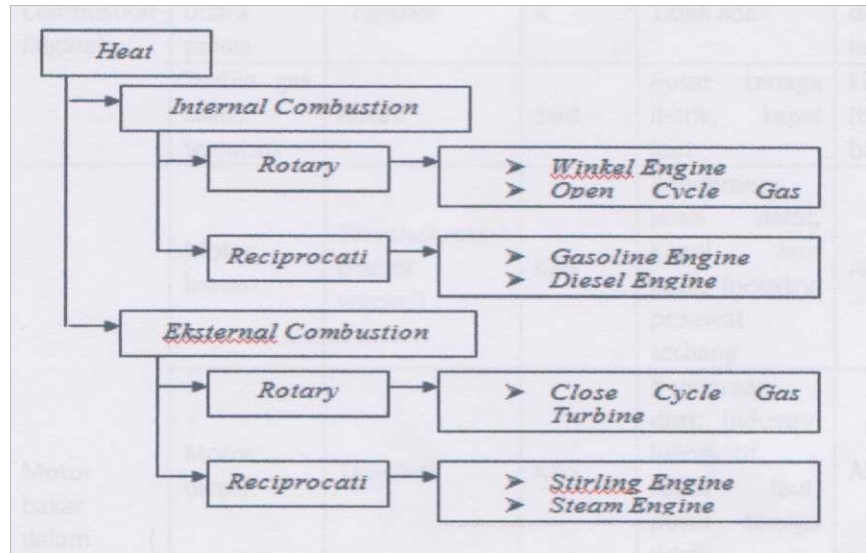
Mesin (*machine*) adalah suatu kesatuan alat yang dapat memudahkan dalam melakukan pekerjaan dari manusia. *Engine* didefinisikan sebagai suatu alat yang berfungsi merubah suatu energi dari satu bentuk ke bentuk lain. *Heat engine* atau mesin kalor adalah suatu mesin yang merubah energi kimia menjadi energi termal dan gas hasil pembakaran selanjutnya dirubah menjadi energi mekanik dimanfaatkan untuk melakukan kerja

G. Bagan Klasifikasi *Heat Engine*

Heat engine dapat diklasifikasikan berdasarkan :

1. *Internal Combustion* :
 - a) *Rotary*
 - b) *Recicoprating*
2. *External Combustion* :
 1. *Rotary*
 2. *Recicoprating*

Dari dua jenis *heat engine* diatas bisa dikembangkan menjadi beberapa jenis *heat engine*. Bagan dari pembagian *heat engine* dapat dilihat pada Gambar 7 berikut.



Sumber : <http://maintenance-group.blogspot.co.id/2010/09/> (2017)

Gambar 7. Bagan Klasifikasi Heat Engine

H. Perbedaan *Internal Combustion Engine* dengan *External Combustion Engine*

Sistem pembakaran pada mesin termal terbagi atas dua, yaitu *internal combustion engine* dan *external combustion engine*, yaitu :

1. *Internal Combustion Engine* (ICE)

Internal combustion engine atau pembakaran dalam merupakan suatu sistem pembakaran terjadi di dalam ruang bakar atau silinder sehingga gas hasil pembakaran yang terjadi langsung berfungsi sebagai fluida kerja.

2. *External Combustion Engine* (ECE)

Pada mesin pembakaran luar, proses pembakaran terjadi di luar sistem, dimana energi termal dari gas hasil pembakaran dipindahkan ke fluida kerja mesin, melalui beberapa dinding pemisah.

Untuk lebih jelasnya, perbedaan dari kedua sistem pembakaran tersebut dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 2. Perbedaan ECE dengan ICE

Golongan	Kelompok jenis	Gerak	Daya mesin	Penggunaanya yang khas	Status(tahun 1970)
Motor bakar luar (External Combustion Engine)	Mesin uap torak	Transmisi	K&S	Lokomotif	Tidak biasa
	Turbin uap	Rotasi	S&B	Pusat tenaga listrik, kapal laut	Aktif
	Mesin udara panas	Translasi	K	Tidak ada	tidak dipergunakan lagi
	Turbin gas siklus tertutup	Rotasi	S&B	Pusat tenaga listrik, kapal laut	Eksperimen (tidak banyak)
Motor bakar dalam (Internal Combustion Engine)	Motor bensin	Translasi,rotasi (motor wankel)	K&S	Kendaraan jalan darat. Kapal laut kecil, industry, pesawat terbang	Aktif
	Motor diesel	Translasi	K&S	Kendaraan drat, industry, lokomotif, kapal laut, pusat tenaga listrik	Aktif
	Motor gas	Translasi	K&S	Industry, pusat tenaga listrik, lokomotif, kapal laut, pusat tenaga listrik	Aktif
	Turbin gas	Rotasi	S&B	pusat tenaga listrik, pesawat terbang	Aktif
	Propulsi pancar gas	Rotasi	S&B	Pesawat terbang	Aktif

K= kecil, dibawah 1000 kw

S= Sedang, antara 1000-10.000 kw

B= Besar, diatas 10.000 kw

I. Motor Bakar dan Klasifikasinya

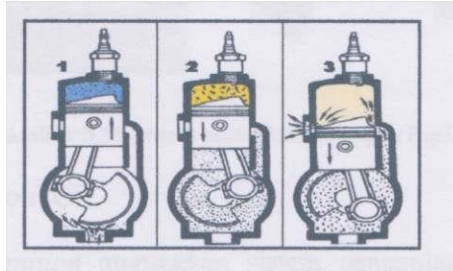
Motor bakar merupakan salah satu jenis dari mesin termal atau mesin kalor. Pada motor bakar, proses konversi energi yang terjadi di dalam silinder, dimana energi kimia dikonversi menjadi energi termal dan selanjutnya dikonversi

lagi menjadi energi mekanik (energi termal menyebabkan gerak translasi torak menjadi rotasi poros engkol). Motor bakar dapat diklasifikasikan menjadi:

1. Berdasarkan pada jumlah langkah

a) 2 langkah

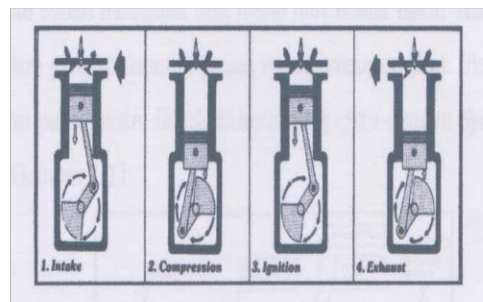
Motor bakar dua langkah dapat dilihat pada Gambar 8



Sumber : <http://fastnlow.net/cara-kerja-mesin-2-tak-dan-4-tak/> (2017)

Gambar 8. Motor Bakar Dua Langkah

b) 4 langkah



Sumber : <http://iswantosite.blogspot.co.id/2013/01/prinsip-kerja-motor-bakar-torak-2-dan-4.html> (2017)

Gambar 9. Motor Bakar 4 Langkah

2. Berdasarkan sistem pengapian

a) *Spark Ignition* (SI)

Spark Ignition merupakan suatu sistem pengapian pada mesin termal dengan memanfaatkan percikan api dari busi. Pengapian dari busi terjadi karena adanya sumber energi listrik untuk menghasilkan energi aktivasi yang digunakan untuk membakar campuran udara dan bahan bakar sehingga menghasilkan tenaga. Campuran bahan bakar dan udara masuk ke ruang bakar melalui katup isap. Kemudian campuran bahan bakar dan udara dikompresikan sehingga tekanannya menjadi naik. Pada saat tekanan tinggi dan piston mencapai titik mati atas

selanjutnya timbul loncatan bunga api dari busi sehingga terjadi pembakaran. Sistem pengapian dengan *Spark Ignition* dapat dilihat pada Gambar 10

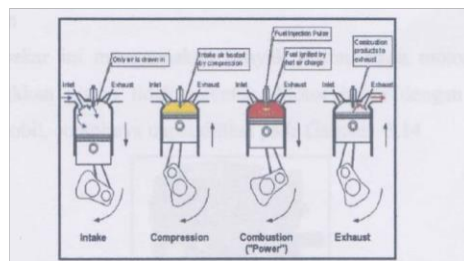


Sumber : <http://www.bikejinni.com/feature/features-review-bike-engines-two-stroke-four-stroke-engines-classification-596730b70c6fd> (2017)

Gambar 10. Proses Pembakaran dengan Busi

a) *Compression Ignition (CI)*

Compression Ignition merupakan sistem pengapian pada mesin termal yang hanya memanfaatkan tekanan dalam pembakaran bahan bakar. Proses pembakaran terjadi jika tekanan dan temperatur ruang bakar setelah dikompresikan sudah mencapai titik nyala dari bahan bakar atau campuran bahan bakar dan udara yang terdapat di dalam ruang bakar tersebut. Sistem pengapian ini sering ditemui pada mesin diesel.



Sumber : <http://www.mechanicalbooster.com/2017/10/compression-ignition-engine.html> (2017)

Gambar 11. Proses Pembakaran dengan Cara Kompresi

3. Berdasarkan jumlah silinder

Jumlah silinder pada motor bakar lebih diidentikkan dengan jumlah piston yang digunakan. Pembagiannya adalah :

a) Piston Tunggal

Motor bakar ini menggunakan satu piston. Motor bakar dengan piston tunggal biasanya terdapat pada sepeda motor, contohnya dapat dilihat pada Gambar 12

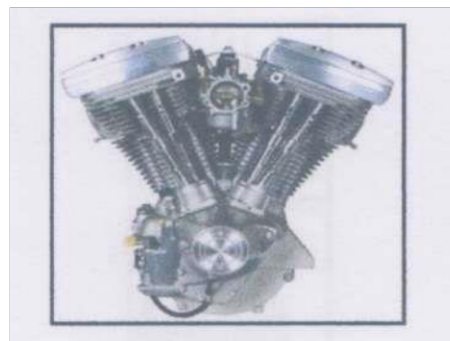


Sumber : <http://dc-4one.blogspot.co.id/2014/09/mesin-dan-konfigurasinya.html>
(2017)

Gambar 12. Piston Tunggal

b) Piston Ganda

Motor bakar ini menggunakan dua piston. Pada motor bakar piston ganda pergerakan piston serentak. Motor bakar dengan piston ganda sudah dimiliki oleh mesin kapasitas besar seperti motor Harley Davidson, contohnya dapat dilihat pada Gambar 13



Sumber : <https://id.aliexpress.com/cheap/cheap-double-piston-engine.html> (2017)

Gambar 13. Piston Ganda

c) Multi Piston

Motor bakar ini menggunakan banyak piston. Pada motor bakar multi piston, pergerakan piston tidak serentak. Motor bakar dengan multi piston dimiliki oleh mobil, contohnya dapat dilihat pada Gambar 14



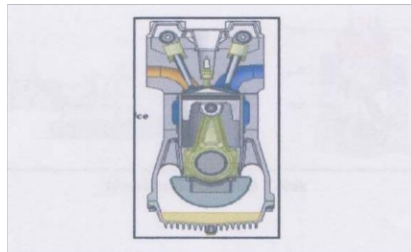
Sumber:<http://www.hydraulicspneumatics.com/200/TechZone/Cylinders/Article/False/6423/TechZone-Cylinders> (2017)

Gambar 14. Multi Piston

4. Berdasarkan letak katup

a) Kepala

Model katup piston di bagian kepala piston dapat dilihat pada Gambar 15 berikut.

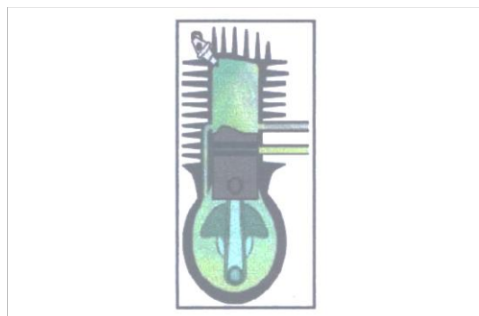


Sumber : <http://andri-otaku.blogspot.co.id/2012/06/komponen-utama.html> 2017)

Gambar 15. Model Katup Piston di Bagian Kepala Piston

b) Samping

Model katup piston di bagian samping piston ditunjukkan oleh Gambar 16 berikut.

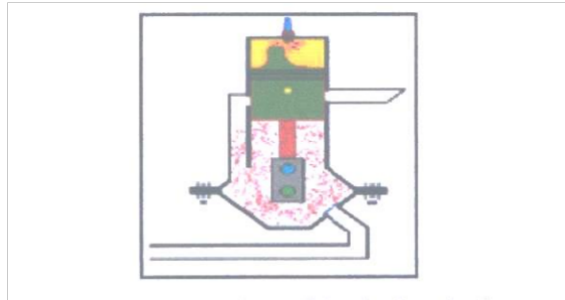


Sumber : <http://anbustanul.blogspot.co.id/2016/01/mekanisme-penggerak-katup.html> (2017)

Gambar 16. Model Katup Piston di Bagian Samping Piston

c) Bawah

Model katup piston di bagian bawah piston ditunjukkan oleh Gambar 17.

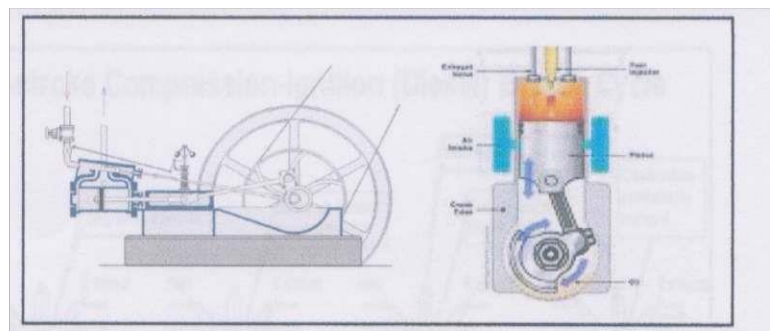


Sumber : <http://serbi-mobil.blogspot.co.id/p/halaman-1.html> (2017)

Gambar 17. Model Katup Piston di Bagian Bawah Piston

5. Berdasarkan pergerakan piston

Pergerakan piston secara translasi dimiliki oleh piston torak, dan itu dapat dilihat pada Gambar 18 berikut.

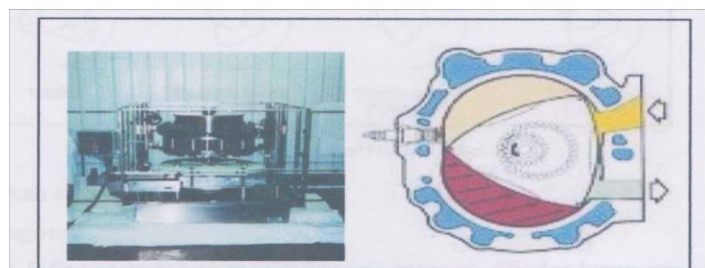


Sumber : <http://polapetro.co.id/paling-utama-dari-kompresor-piston/> (2017)

Gambar 18. Pergerakan Piston Secara Translasi

• Rotasi

Pergerakan piston secara radial (rotasi) ditunjukkan oleh Gambar 19.



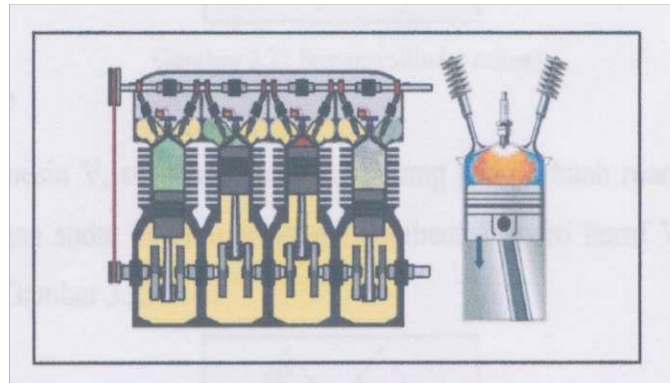
Sumber : <http://fortek-pembangunan.blogspot.co.id/2013/05/sistem-hidrolilk-dan-pompa-hidrolik.html> (2017)

Gambar 19. Pergerakan Piston Secara Radial

6. Berdasarkan bahan bakar

a) Gasoline

Motor bakar bensin umumnya memakai sistem pembakaran menggunakan jenis *spark ignition*, dan itu dapat dilihat pada Gambar 20.

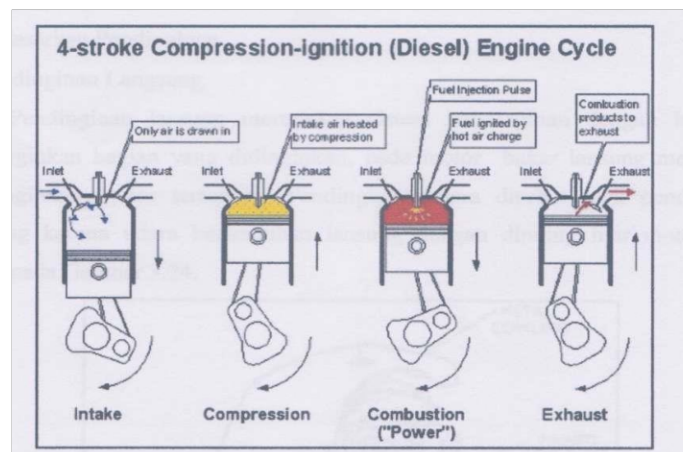


Sumber : <http://www.bikejinni.com/feature/features-review-bike-engines-two-stroke-four-stroke-engines-classification-596730b70c6fd> (2017)

Gambar 20. Motor Bakar Bensin

b) Diesel Fuel

Motor bakar diesel umumnya memakai sistem pembakaran menggunakan jenis *compression ignition*, dan itu dapat dilihat pada Gambar 21



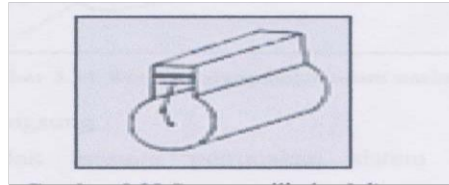
Sumber : <http://www.mechanicalbooster.com/2017/10/compression-ignition-engine.html> (2017)

Gambar 21. Motor Bakar Diesel

7. Berdasarkan susunan silinder

a) *Inline engine*

Mesin *inline* merupakan mesin dengan susunan silinder lurus, seperti yang terlihat pada Gambar 22.

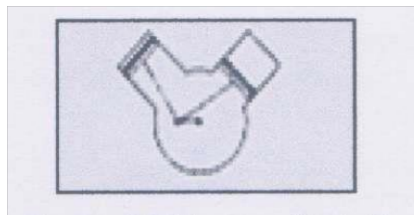


Sumber : <https://crankit.in/inline-engine/> (2017)

Gambar 22. Susunan Silinder Inline

b) 'V' engine

Pada mesin V, susunan silinder terpasang pada 2 buah ruang bakar yang tersusun dengan sudut tertentu sehingga membentuk seperti huruf V, seperti yang terlihat pada Gambar 23.

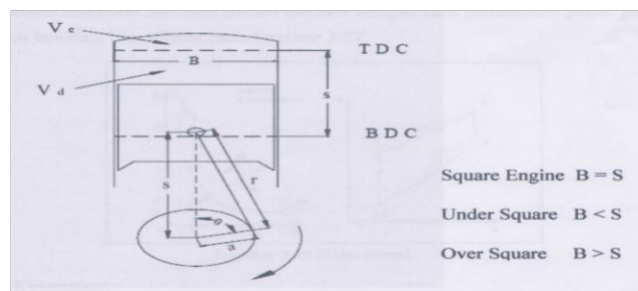


Sumber : <https://www.quora.com/Why-does-the-letter-V-mean-for-V6-or-V8>
(2017)

Gambar 23. Susunan Silinder 'V' Engine

J. Parameter Mesin Motor Bakar

Parameter mesin merupakan kelengkapan dari suatu mesin. Dimana parameter inilah yang digunakan untuk menentukan prestasi dari suatu mesin. Parameter mesin tersebut dapat dilihat pada Gambar 24.



Sumber : <https://www.slideshare.net/motor-bakar.html> (2017)

Gambar 24. Parameter Motor Bakar

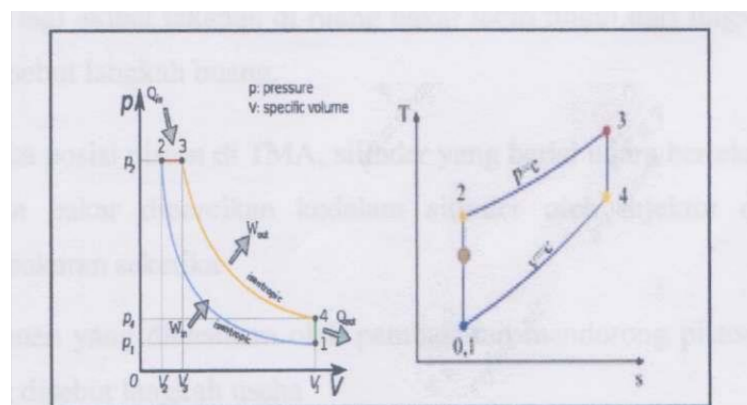
Keterangan:

- TDC (*Top Dead Center*) adalah posisi teratas dari pergerakan piston.
- BDC (*Bottom Dead Center*) adalah posisi paling bawah dari pergerakan piston.
- V_c (*Volume Clearance*) adalah volume yang tersisa pada saat piston mencapai TMA.
- B (*bore*) adalah diameter dari piston.
- S (*Swept*) adalah panjang langkah dari piston atau jarak dari TMA ke TMB.
- V_d (*Volume Displacement*) adalah Volume dari perpindahan piston yaitu Dari TMA sampai TMB.
- r adalah panjang *connecting rod*.
- a adalah diameter dari poros engkol.
- θ adalah sudut kemiringan poros engkol dengan *connecting rod*.

K. Siklus Diesel

Siklus diesel adalah idealisasi dari mesin dengan pengapian kompresi. Pada motor bakar dengan pengapian busi, bahan bakar dinyalakan dengan energi yang bersumber dari luar.

Siklus diesel terdiri dari empat proses reversibel yaitu dua proses adiabatik, satu proses isochoris dan satu proses isobaris dengan cara pemasukan panas pada tekanan konstan, bisa dilihat pada Gambar 25.



Sumber : <https://fendy-automotive.blogspot.co.id/mesin-diesel.html> (2017)

Gambar 25. Siklus Diesel

Keterangan:

- 0- 1 Langkah hisap (katup hisap terbuka)
- 1- 2 Langkah kompresi (katup hisap dan katup buang tertutup)
- 2- 3 Pembakaran bahan bakar udara
- 3- 4 Langkah usaha (katup hisap dan katup buang tertutup)
- 4- 1 Langkah buang

L. Prinsip Kerja Motor Bakar Diesel**1. Motor Bakar Diesel 2 Langkah**

Pada motor bakar diesel 2T, untuk melakukan satu proses siklus dibutuhkan pergerakan piston satu kali naik dan satu kali turun sehingga poros akan berputar satu kali. Pada saat piston bergerak dari TMB menuju TMA maka katup masuk poros engkol akan terbuka dan saluran buang tertutup dan saluran udara masuk ruang bakar terbuka sehingga tekanan di poros engkol lebih rendah dari lingkungan sehingga udara akan terisap ke ruang poros engkol, saat pergerakan piston tersebut dan setelah saluran udara masuk ruang bakar tertutup pula maka terjadilah pengkompresian udara dengan perbandingan rasio kompresi yang tinggi yang mengakibatkan temperaturnya tinggi mencapai temperatur nyala bahan bakar. Ketika piston mencapai TMA maka diinjeksikanlah bahan bakar dengan menggunakan nosel sehingga terjadilah pembakaran yang mengakibatkan adanya gaya dorong pada piston oleh gas hasil pembakaran sehingga piston bergerak dari TMA menuju TMB. Dalam pergerakan tersebut saluran udara masuk ruang bakar terbuka sehingga udara yang ada di poros engkol masuk ke ruang bakar dan mendesak sisa-sisa gas pembakaran menuju saluran buang keluar dan ditambah lagi akibat tekanan di ruang bakar lebih tinggi dari lingkungan, hal inilah yang disebut langkah buang.

- a) Ketika posisi piston di TMA, silinder yang berisi udara bertekanan tinggi bahan bakar dipercikan kedalam silinder oleh injektor dan terjadi pembakaran seketika
- b) Tekanan yang dihasilkan oleh pembakaran mendorong piston ke TMB, yang disebut langkah usaha

- c) Ketika piston di TMB katup buang terbuka, gas buang keluar dari silinder untuk menyamakan tekanan dengan tekanan luar
- d) Pada saat piston dibawah saluran masuk udara terbuka, udara mengisi ruang silinder, yang memaksa gas buang keluar
- e) Katup buang tertutup dan piston mulai bergerak ke TMA, yang menyebabkan saluran udara tertutup dan mengkompresi udara baru, yang disebut dengan langkah kompresi
- f) Pada saat piston diatas maka berulang kelangkah pertama

Beberapa keuntungan dari mesin 2 langkah:

- 1. Mesin ini tidak memiliki katup seperti 4 tak sehingga memiliki konstruksi yang lebih sederhana sehingga mempunyai berat yang lebih ringan
- 2. 1 kali rotasi sudah menghasilkan tenaga
- 3. Mudah dalam perawatan mesin.

Kerugian Mesin 2 Langkah:

- 1. Kekurangan pelumas dapat menyebabkan mesin cepat rusak
- 2. Jika pada mobil akan dibutuhkan 1 liter oli setiap 1000 mil.
- 3. Boros bahan bakar.
- 4. Menghasilkan polusi udara.

2. Motor Bakar Diesel 4 Langkah

Pada motor bakar diesel 4T, untuk melakukan satu proses siklus dibutuhkan pergerakan piston dua kali naik dan dua kali turun sehingga poros engkol akan berputar dua kali. Pada saat piston bergerak dari TMA ke TMB maka katup hisap akan terbuka dan tekanan di dalam silinder lebih rendah dari tekanan lingkungan akibatnya udara lingkungan akan terisap ke ruang bakar, langkah ini disebut langkah hisap, kemudian piston bergerak lagi dari TMB ke TMA dan semua katup tertutup akibatnya udara yang diruang bakar akan terkompresi sehingga tekanan dan temperaturnya tinggi mencapai titik bakar/nyala bahan bakar, inilah yang disebut langkah kompresi. Ketika piston di TMA maka diinjeksikanlah bahan bakar dengan menggunakan nosel sehingga terjadilah pembakaran bahan bakar akibat tekanan dan temperatur yang tinggi tadi. Karena adanya pembakaran menyebabkan adanya gaya dorong oleh gas pembakaran

terhadap piston sehingga piston bergerak lagi dari TMA menuju TMB, inilah yang disebut langkah kerja. Pada saat piston mencapai TMB maka katup buang sudah mulai sedikit demi sedikit terbuka, dan karena tekanan dalam ruang bakar lebih tinggi dari lingkungan maka gas sisa-sisa pembakaran akan keluar, inilah yang disebut langkah buang atau pendinginan cepat. Kemudian piston bergerak lagi dari TMB menuju TMA dan katup buang tetap terbuka sehingga gas sisa-sisa pembakaran yang masih ada di ruang bakar akan dibilas atau dibuang ke luar, hal ini disebut langkah bilas atau buang.

Idealisasi dari siklus udara tekanan konstan 4-Tak adalah :

1. Fluida kerja dianggap gas ideal.
2. Langkah isap merupakan proses tekanan konstant dimana, katup yang terbuka adalah katup hisap dan katup buang tertutup.
3. Langkah kompresi merupakan proses isentropik, dimana katup hisap dan katup buang tertutup.
4. Pemasukan kalor pada tekanan konstant
5. Langkah kerja proses isentropik, dimana katup hisap dan katup buang masih tertutup.
6. Proses pembuangan dianggap proses pembuangan kalor pada volume konstant, dimana katup hisap tertutup dan katup buang terbuka.
7. Langkah buang proses tekanan konstant, dimana sisa hasil pembakaran dibuang melalui saluran keluar.

M. Pendingin Pada Motor Bakar

Pada motor bakar torak, energi kimia yang tersimpan dalam bahan bakar diubah menjadi energi *thermal* pada saat pembakaran. Energi *thermal* ini selanjutnya diubah menjadi energi mekanik berupa gerak translasi torak dan gerak rotasi poros engkol. Meskipun demikian, pendinginan harus ada karena dengan tidak adanya pendinginan akan menyebabkan silinder dan torak menjadi terlalu panas sehingga dapat mengakibatkan:

1. Campuran bahan bakar dan udara yang dihisap oleh torak pada motor bensin dapat terbakar sendiri pada saat langkah kompresi (*preignition*)

2. Pelumasan akan terganggu karena minyak pelumas dapat ikut terbakar sehingga torak macet yang dapat menimbulkan kerusakan pada silinder dan torak.

Dengan demikian, meskipun sebetulnya pendinginan itu merugikan (mengurangi efisiensi panas) pada motor bakar torak harus ada pendinginan. Sistem pendinginan (*cooling system*) motor bakar torak (motor bensin dan motor diesel) didesain terutama untuk:

1. Mengatur suhu operasi.
2. Mencegah panas berlebihan (*overheating*).

Dengan adanya pengaturan suhu operasi dalam sistem pendinginan maka:

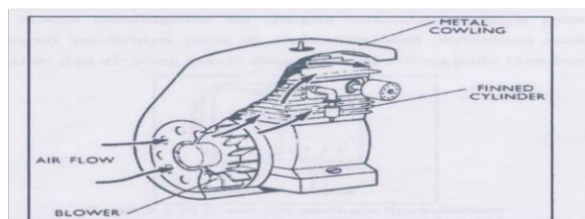
1. Operasi *engine* akan terjaga pada tingkat panas terbaik
2. *Engine* akan terlindungi dari operasi terlampau dingin yang dapat mengakibatkan keausan dan pemborosan konsumsi bahan bakar, dan
3. *Engine* terlindungi dari *preignition*, detonasi (peletusan), ketukan (*knock*), dan kerusakan pada torak, katup-katup, dan pelumasan.

1. Pendinginan Langsung

Pendinginan langsung merupakan sistem pendinginan dengan langsung mendinginkan bagian yang didinginkan, pada motor bakar langsung mendinginkan motor tersebut . Pendinginan udara disebut juga pendinginan langsung karena udara bersentuhan langsung dengan dinding luar motor. Pendinginan motor bakar torak dengan media udara terdiri atas:

a) Pendingin Udara Stasioner

Proses pendinginan pada pendingin udara stasioner ditempuh dengan cara menghadirkan udara melalui hembusan kipas (fan atau blower) untuk mendinginkan sirip-sirip pendingin di sekeliling dinding silinder.



Sumber : <http://web.ipb.ac.id/~tepfteta/elearning/Motor.htm> (2017)

Gambar 26. Pendingin Udara Stasioner

a) Pendingin Udara Dinamis

Proses pendinginan pada pendingin udara dinamis ditempuh dengan cara menghadirkan udara melalui gerakan dinamis dari engine pada saat dijalankan dengan kecepatan yang cukup tinggi, sehingga pada saat berhenti atau diam di tempat tidak akan terjadi pendinginan. Bentuk konstruksi sistem pendingin ini dapat dilihat pada Gambar 27.



Sumber : <http://web.ipb.ac.id/~tepfteta/elearning/Motor.htm> (2017)

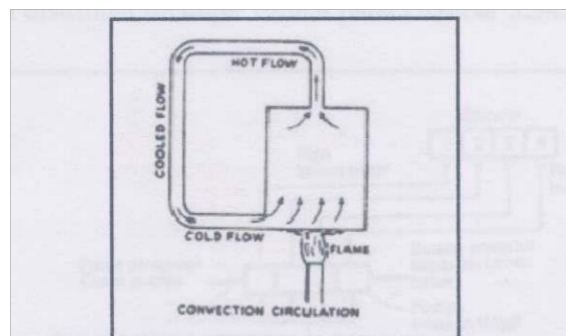
Gambar 27. Pendingin Udara Dinamis

2. Pendinginan Tidak Lansung

Pendinginan tidak langsung merupakan sistem pendinginan dengan memanfaatkan air sebagai media pendinginan. Pendinginan motor bakar torak dengan media air ditempuh dengan cara :

a. Peredaran alami.

Pada sistem pendinginan air dengan sirkulasi alami, air pendingin akan mengalir dengan sendirinya yang di akibatkan oleh perbedaan massa jenis air yang telah panas dan air yang masih dingin, dapat dilihat pada Gambar 28.



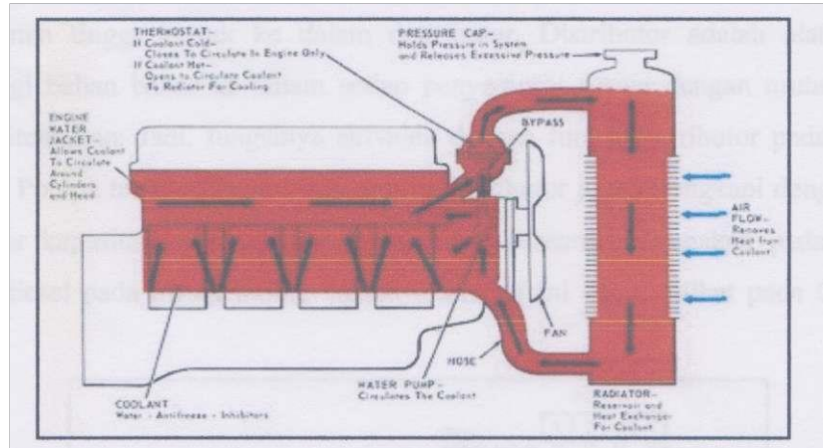
Sumber : <http://web.ipb.ac.id/~tepfteta/elearning/Motor.htm> (2017)

Gambar 28. Peredaran Kondensor

b) Peredaran paksa (*radiator*)

Pendinginan dengan peredaran paksa (tipe *radiator*) mendinginkan silinder dengan cara mendinginkan air "panas" yang mengalir secara paksa oleh

pompa air. Sepintas konstruksi pendingin tipe radiator ini hampir sama dengan tipe thermosiphon, perbedaannya terletak pada ada dan tidaknya pompa air, sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 29.



Sumber : <http://web.ipb.ac.id/~tepfteta/elearning/Motor.htm> (2017)

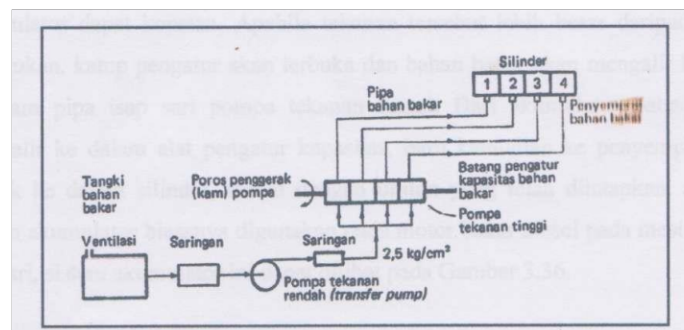
Gambar 29. Peredaran Paksa (radiator)

N. Sistem Distribusi Bahan Bakar Pada Motor Bakar Diesel

1. Sistem Pompa Pribadi

Sistem pompa pribadi menggunakan satu pompa tekanan tinggi untuk setiap silindernya. Setiap penyemprot dilayani oleh satu pompa tekanan tinggi. Pompa ini adalah pompa plunyer yang dilengkapi dengan perlengkapan pengatur kapasitas. Daya yang diperlukan untuk menggerakkan pompa diambil dari daya yang dihasilkan oleh mesin itu sendiri.

Aplikasi sistem pompa pribadi biasanya digunakan pada motor bakar diesel pada PLTD.

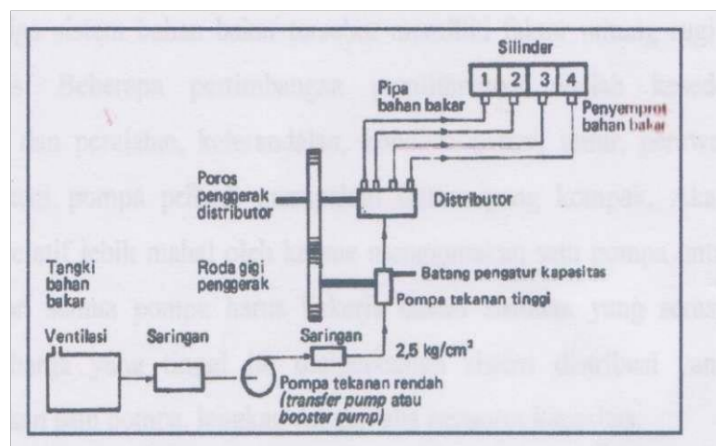


Sumber : <http://www.bppp-tegal.com/web/index/sistem-bahan-bakar-motor-diesel> (2017)

Gambar 30. Sistem Pompa Pribadi

2. Sistem Distribusi

Hanya menggunakan satu pompa tekanan tinggi untuk melayani semua penyemprot yang ada disetiap silinder. Pompa mengalirkan bahan bakar bertekanan tinggi masuk ke dalam distributor. Distributor adalah alat untuk membagi bahan bakar ke dalam setiap penyemprot sesuai dengan urutan yang telah ditentukan. Jadi, fungsinya ekivalen dengan fungsi distributor pada motor bensin. Pompa tekanan tinggi pada sistem distributor juga dilengkapi dengan alat pengatur kapasitas. Aplikasi sistem distribusi biasanya digunakan pada motor bakar diesel pada mesin mobil, sistem distribusi ini dapat dilihat pada Gambar 31.

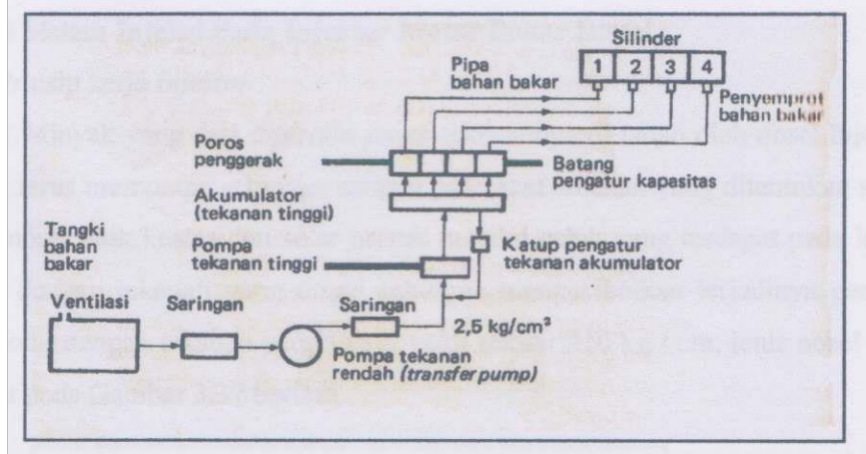


Sumber : <http://www.bppp-tegal.com/web/index.php/artikel/permesinan-kapal-perikanan/161-sistem-bahan-bakar-motor-diesel> (2017)

Gambar 31. Sistem Distribusi

3. Sistem Akumulator

Pompa mengalirkan bahan bakar masuk ke dalam sebuah akumulator yang dilengkapi dengan katup pengatur tekanan sehingga tekanan bahan bakar di dalam akumulator dapat konstan. Apabila tekanan tersebut lebih besar daripada yang ditentukan, katup pengatur akan terbuka dan bahan bakar akan mengalir kembali kedalam pipa isap sari pompa tekanan tinggi. Dari akumulator bahan bakar mengalir ke dalam alat pengatur kapasitas, baru kemudian ke penyemprot lalu masuk ke dalam silinder, sesuai dengan urutan yang telah ditetapkan, aplikasi sistem akumulator biasanya digunakan pada motor bakar diesel pada mesin diesel industri, sistem akumulator ini dapat dilihat pada Gambar 32.



Sumber : <http://www.bppp-tegal.com/web/index.php/artikel/permesinan-kapal-perikanan/161-sistem-bahan-bakar-motor-diesel> (2017)

Gambar 32. Sistem Akumulator

Ketiga sistem bahan bakar tersebut memiliki faktor untung rugi dan ciri yang khas. Beberapa pertimbangan pemilihannya adalah kesederhanaan konstruksi dan peralatan, keterandalan, kondisi operasi, umur, perawatan, dan harga. Sistem pompa pribadi merupakan sistem yang kompak. Akan tetapi, harganya relatif lebih mahal oleh karena menggunakan satu pompa untuk setiap silinder dan semua pompa harus bekerja dalam susunan yang serasi. Untuk menekan harga yang tinggi itu diciptakanlah sistem distribusi yang hanya menggunakan satu pompa, lengkap dengan alat pengatur kapasitas.

Akan tetapi kerja pompa akan menjadi lebih berat, terutama apabila harus melayani jumlah silinder yang banyak. Pada kedua sistem ini tekanan dan kapasitas penyempotan bahan bakar berubah-ubah sesuai dengan kecepatan putar poros mesin, karena pompa tersebut digerakkan oleh mesin melalui sistem roda gigi.

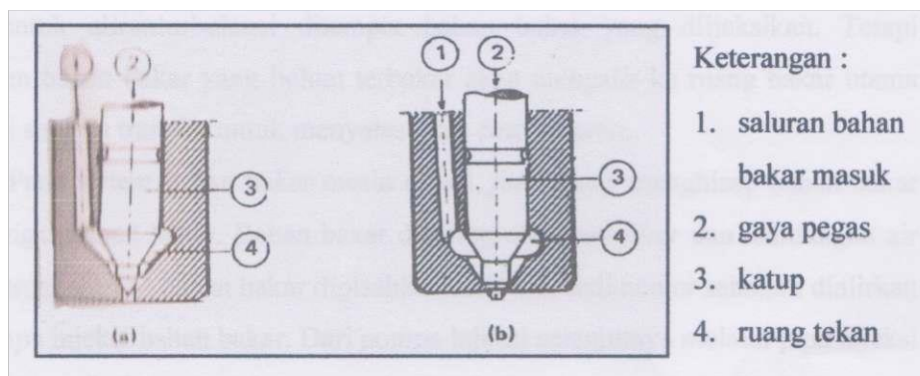
Berbeda dengan sistem akumulator yang tekanan penyemprotannya konstan (tidak tergantung pada kecepatan putar poros pompa). Pada sistem ini pengaturan kapasitas dilakukan oleh alat tersendiri sehingga sistem akumulator tidak memerlukan ketelitian pembuatan yang terlalu tinggi. Namun demikian, sistem akumulator memerlukan konstruksi penyemprot yang baik sehingga ke dalam setiap silinder dapat dimasukkan jumlah bahan bakar yang sama

banyaknya. Sistem akumulator biasanya digunakan pada motor diesel berukuran besar dengan kecepatan yang rendah.

O. Sistem Injeksi Pada Injektor Motor Bakar Diesel

1. Prinsip kerja *Injektor*

Minyak yang dari *injection pump* tekanannya di tahan oleh nosel, Injection pump terus memompa sehingga sampai pada saat tekanan yang ditentukan spring pada nosel naik keatas dan solar masuk melalui celah yang terdapat pada kepala nosel dengan tekanan yang tinggi sehingga mengakibatkan terjadinya percikan dari solar dengan tekanan yang tinggi yaitu sekitar 210 kg / cm, jenis nosel dapat dilihat pada Gambar 33 berikut.



Sumber : <https://muhammadsabchi.wordpress.com/2011/07/10/engine-edition-1-tipe-tipe-nozzle> (2017)

Gambar 33. Prinsip kerja *Injektor*

Kedua jenis nosel ini berbeda ujung katupnya. Katup bahan bakar yang keluar dari nosel katup jarum berbentuk kerucut sedangkan dari nosel pasak berbentuk selubung kerucut.

Pada mesin diesel hanya udara bersih yang dihisap dan dikompresikan. Bahan bakar dan udara dicampur di dalam silinder dengan cara setelah udara dikompresikan, bahan bakar disemprotkan kedalam ruang bakar sehingga terjadi pembakaran. Persyaratan tekanan udara kompresi 1,5-4 Mpa (15-40 bar) sehingga temperatur udara naik 700-900oc. Bahan bakar harus dikabutkan halus, oleh pompa injeksi pada tekanan (100-250 bar).

Ada dua cara penyemprotan bahan bakar kedalam ruang bakar yaitu injeksi langsung dimana *injection nozzle* menyemprotkan bahan bakar langsung

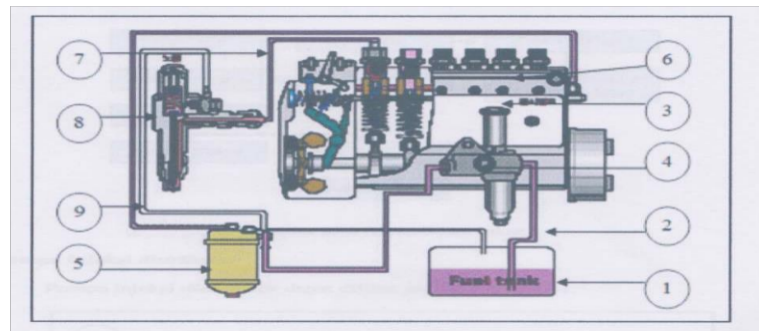
keruang bakar utama (main combustion chamber) pada akhir langkah kompresi. Udara tertekan dan menerima pusaran cepat akibatnya suhu dan tekanannya naik bahan bakar cepat menguap dan menyala dengan sendirinya setelah disemprotkan.

Cara menyemprotkan yang kedua ialah injeksi tidak langsung dimana bahan bakar disemprotkan oleh *injection nozzle* ke kamar depan (*precombustion chamber*). Udara yang dikompresikan oleh torak memasuki kamar pusat dan membentuk aliranturbulensi ditempat bahan bakar yang diinjeksikan. Tetapi sebagian bahan bakar yang belum terbakar akan mengalir ke ruang bakar utama melalui saluran transfer untuk menyelesaikan pembakaran.

Pada sistem bahan bakar mesin diesel, *feed pump* menghisap bahan bakar dari tangki bahan bakar. Bahan bakar disaring oleh *fuel filter* dan kandungan air yang terdapat pada bahan bakar dipisahkan oleh fiil sedimenter sebelum dialirkan ke pompa injeksi bahan bakar. Dari pompa injeksi selanjutnya melalui pipa injeksi bahan bakar dialirkan ke injektor untuk diinjeksikan ke ruang bakar.

Ada dua tipe pompa injeksi pada sistem bahan bakar diesel yaitu pompa injeksi in-linedan pompa injeksi distributor.

a) Pompa injeksi *in-line*



Sumber : <http://hendiferjadi1.blogspot.co.id/2013/10/sistem-bahan-bakar-diesel.html> (2017)

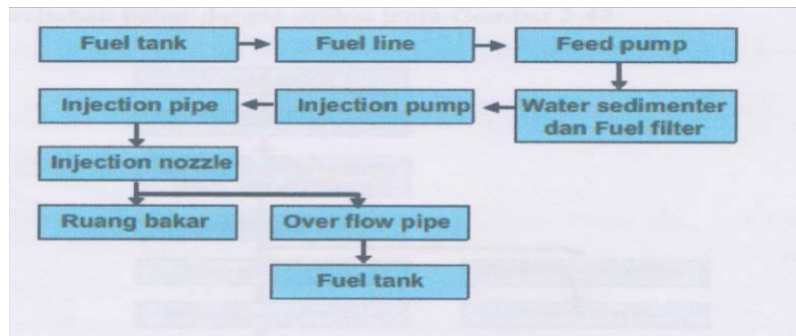
Gambar 34. Pompa injeksi in-line

Keterangan:

1. *Fuel tank* (tangki bahan bakar)
2. *Fuel line* (pipa bahan bakar)
3. *Priming pump* (pompa priming)

4. *Feedpump*
5. *Water Sedimenter* dan *Fuel filter*
6. *Injection pump* (pompa injeksi)
7. *Injection pipe* (pipa injeksi)
8. *Injection nozzle* (injektor)
9. *Overflow pipe* (pipa pengembali)

Aliran bahan bakar dapat dilihat pada Gambar 35 berikut:

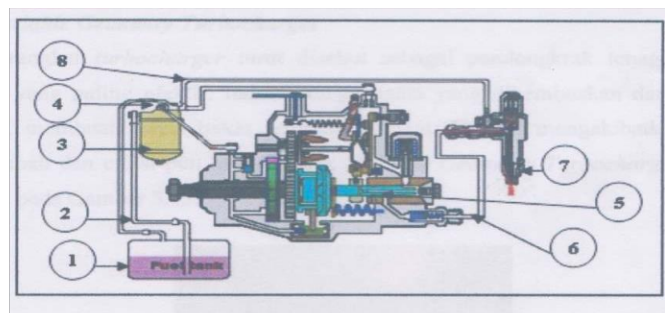


Sumber : <http://hendiferjadi1.blogspot.co.id/2013/10/sistem-bahan-bakar-diesel.html> (2017)

Gambar 35. Aliran Bahan Bakar

a) Pompa injeksi distributor

Pompa injeksi *distributor* dapat dilihat pada Gambar 36.



Sumber : <http://otomotifarif02.blogspot.co.id/2013/11/komponen-sistem-bahan-bakar-diesel-dan.html> (2017)

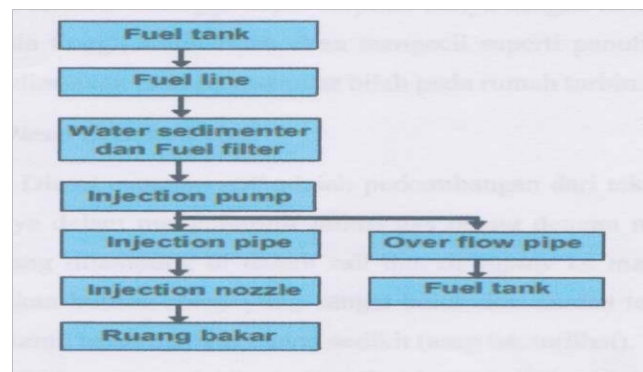
Gambar 36. Pompa Injeksi Distributor

Keterangan:

1. *Fuel tank* (tangki bahan bakar)
2. *Fuel line* (pipa bahan bakar)
3. *Water sedimenter* dan *fuel filter*

4. *Priming pump* (pompa priming)
5. *Injection pump* (pompa injeksi)
6. *Injection pipe* (pipa injeksi)
7. *Injection nozzle* (injektor)
8. *Over flow pipe* (*pipa pengembali*)

Aliran bahan bakar dapat dilihat pada Gambar 37



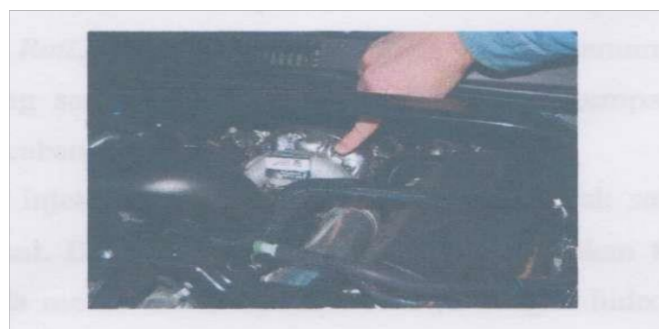
Sumber : <http://otomotifarif02.blogspot.co.id/2013/11/komponen-sistem-bahan-bakar-diesel-dan.html> (2017)

Gambar 37. Aliran Bahan Bakar

P. Teknologi Pada Motor Bakar Diesel

1. *Variable Geometry Turbocharger*

Perangkat *turbocharger* turut disebut sebagai pendongkrak tenaga mesin diesel yang paling efektif. Induski udara padat yang dihirup dari rumah keong, membuat bahan bakar semakin optimal. Hal ini mengakibatkan daya bertambah dan emisi pun bisa ditekan. *Variable Geometry Turbocharger* dapat dilihat pada Gambar 38.



Sumber : Yandi(2017) Variable Geometry Turbocharger

Gambar 38. Variable Geometry Turbocharger

Namun penggunaan turbocharger bukan tanpa kelemahan. Umumnya, *turbocharger* akan mulai bekerja pada RPM tinggi, ini bisa mengakibatkan turbolag, pasalnya akibat dari kurang hembusan gas buang guna meresonansi putaran. Untuk mengurangi gejala turbolag, kini pada perangkat turbo telah ditambahkan bilah yang sudutnya bisa diatur berdasarkan putaran mesin, sudut bilah turbo diatur oleh sebuah aktuator. Kerjanya, ketika RPM rendah, bilah akan membentuk sudut tertentu sehingga dapat berputar hanya dengan hembusan pelan, saat putaran mesin tinggi, sudut bilah akan mengecil seperti penutup, sebabnya hembusan sudah dirasakan mampu memutar bilah pada rumah turbin.

2. Teknologi *Diesel Common Rail*

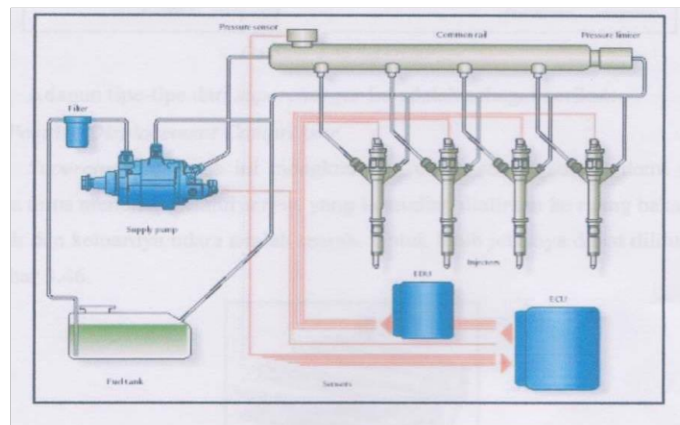
Teknologi *Diesel common rail* adalah perkembangan dari teknologi diesel engine sebelumnya dalam mengeliminir polusi gas buang dengan meningkatkan tekanan tinggi yang ditampung di dalam rail dan di *suplay* ke masing *injector* sehingga di hasilkan butiran *spray* yang sangat halus dan mudah terbakar tanpa sisa akibatnya getaran halus dan gas buang sedikit (asap tak terlihat).

Common Rail system adalah mesin diesel yang sistem bahan bakarnya dikontrol secara elektrik. Pada saat mesin bekerja selalu terdapat tekanan bahan bakar yang cukup tinggi. Kontrol tekanan tinggi tersebut pada setiap *injector* diatur secara independen. Sistem tekanan dan waktu penginjeksian dirancang untuk mesin *high speed direct injection*. Parameter injeksi seperti waktu penginjeksian, jumlah injeksi dan tekanan dikontrol oleh *Electronic Control Module* (ECM). Pada mesin diesel biasa, pompa digerakkan oleh *engine* dan fungsinya adalah untuk memastikan jumlah bahan bakar yang sesuai dan distribusi bahan bakar ke setiap *injector* dan mengatur bukaannya. Pada sistem *Common Rail*, pompa hanya bertugas untuk manumpuk bahan bakar pada tekanan yang sangat tinggi di dalam jalur pengumpan biasa (*common feeding line*) dari cabang *injectors*.

Cara kerja injektor mesin diesel *common rail* tidak sama dengan mesin diesel konvensional. Di sini, injektor bekerja menggunakan teknologi solenoid atau elektrik. Pada mesin lama, injektor bekerja dengan hidro-mekanik. Malah versi terakhir, generasi ke-3, injektor bekerja secara piezo-elektrik.

Injektor mesin diesel modern sama dengan injektor mesin bensin yang menggunakan sistem injeksi. Dalam hal ini, injektor diaktifkan oleh arus listrik yang diatur oleh komputer. Jumlah solar yang akan disemprotkan diatur berdasarkan lamanya nosel membuka. Komputer mengatur kerja injektor ini berdasarkan informasi yang diterima dari sensor-sensor lain, misalnya putaran mesin, tekanan regulator, tekanan bahan bakar, suhu solar, posisi pedal gas, putaran mesin, silinder, tekanan turbo, aliran udara, air pendingin, kecepatan kendaraan dan seterusnya.

Rangkaian komponen tersebut jelas tidak diperlukan atau tidak ada pada mesin diesel konvensional. Komputer juga menentukan waktu injeksi (*injection timing*) berdasarkan sinyal yang diterimanya dari sensor di kruk as atau roda gila. Dapat dilihat pada Gambar 39.



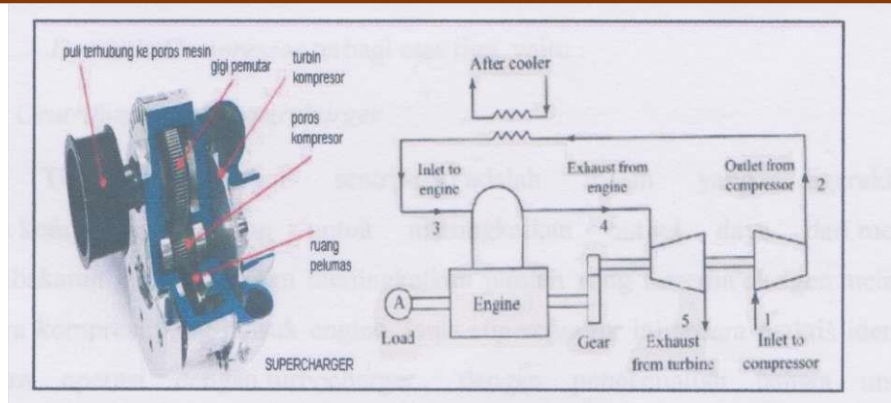
Sumber : <http://zaiscow.blogspot.co.id/2016/10/sistem-common-rail-dan-sistem.html> (2017)

Gambar 39. Teknologi Diesel Common Rail

3. Turbocharger dan Supercharger

a) Supercharger

Supercharger adalah sebuah kompresor yang digunakan dalam mesin pembakaran dalam untuk meningkatkan keluaran tenaga mesin dengan meningkatkan massa oksigen yang memasuki mesin. Energi untuk memutar sudu kompresor berasal dari putaran mesin. Dapat dilihat pada Gambar 40 berikut.

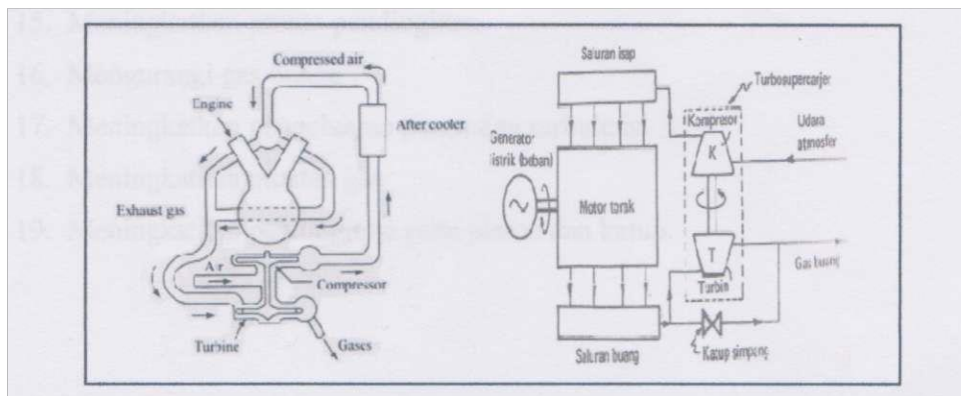


Sumber : <https://artikel-teknologi.com/komponen-komponen-supercharger> (2017)

Gambar 40. Supercharger

b) Turbocharger

Mempunyai fungsi sama dengan supercharger. Bedanya terletak pada pemutar kompresor yang diputar dengan menggunakan turbin. Turbin tersebut diputar dengan memanfaatkan energi dari gas buang atau gas hasil pembakaran. Pada Gambar 41 dapat dilihat bentuk konstruksi dari *turbosupercharger* atau *turbocharge*



Sumber : <https://artikel-teknologi.com/komponen-komponen-turbocharger> (2017)

Gambar 41. Turbocharger

Keuntungan dari *Supercharger & Turbocharger*

1. Meningkatkan tenaga mesin
2. Mengurangi pemakaian bahan bakar karena:
3. Sangat bermanfaat pada mesin diesel karena tekanan dalam silinder akan tetap tinggi.

4. Menghemat energi karena energi yang terkandung dalam gas buang masih dapat dimanfaatkan melalui *turbocharger*.
5. Induksinya tinggi terhadap massa besar.
6. Dapat mengontrol pemakaian bahan bakar.
7. Baik dalam mencampurkan bahan bakar.
8. Memiliki tenaga output yang besar
9. Mudah ditemukan di pasaran.

Q. Mesin Sekrap

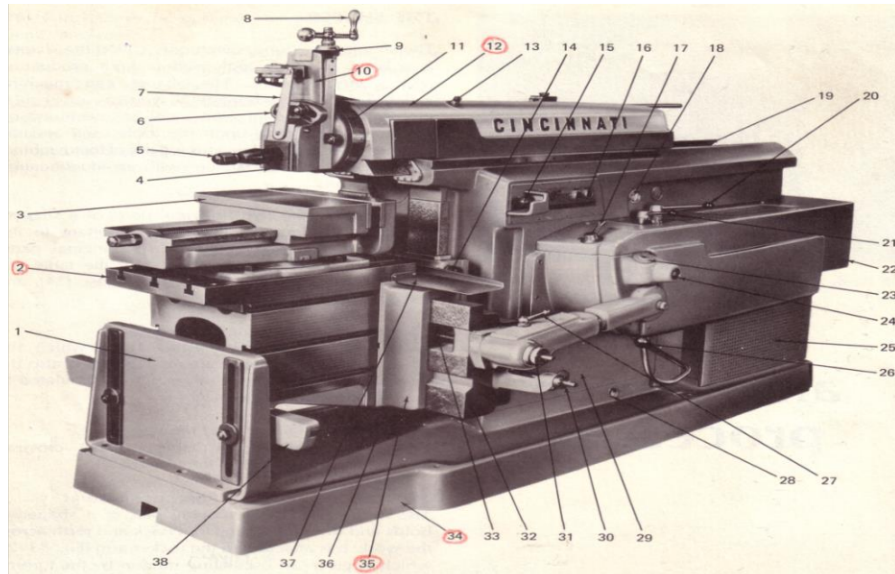
Mesin Sekrap (shaping machine) disebut pula mesin ketam atau serut. Mesin ini digunakan untuk mengerjakan bidang-bidang yang rata, cembung, cekung, beralur, dll., pada posisi mendatar, tegak, ataupun miring. Mesin Sekrap adalah suatu mesin perkakas dengan gerakan utama lurus bolak-balik secara vertikal maupun Horizontal. Prinsip pengerjaan pada Mesin Sekrap adalah benda yang disayat atau dipotong dalam keadaan diam (dijepit pada ragum) kemudian pahat bergerak lurus bolak balik atau maju mundur melakukan penyayatan. Hasil gerakan maju mundur lengan mesin/pahat diperoleh dari motor yang dihubungkan dengan roda bertingkat melalui sabuk (belt). Dari roda bertingkat, putaran diteruskan ke roda gigi antara dan dihubungkan ke roda gigi penggerak engkol yang besar. Roda gigi tersebut beralur dan dipasang engkol melalui tap. Jika roda gigi berputar maka tap engkol berputar eksentrik menghasilkan gerakan maju mundur lengan. Kedudukan tap dapat digeser sehingga panjang eksentrik berubah dan berarti pula panjang langkah berubah.



Sumber : Yandi (2017) Mesin Sekrap

Gambar 42. Mesin Sekrap

1. Bagian-bagian mesin sekrap



Sumber : Yuzarman (2017) Bagian Mesin Sekrap

Gambar 43. Bagian Mesin Sekrap

Keterangan:

1. Table support	14. Rail clamp control	27. Cross feed
2. Table	15. Electric clutch and	engagement lever
3. Vise	brake lever	28. oil sight gage
4. Clapper	16. Start and stop buttons	29. Column
5. Tool post	17. Power cross feed	30. Rail elevating
6. Clapper box	selector	manual control
7. Tool Lifter	18. Oil pressure gage	31. Cross feed manual
8. Ball crank	19. Ram guard	control
9. Feed screw dial	20. Gear shifter lever	32. Crossrail
10. Tool slide	21. Back gear selector	33. Cross feed screw
11. Graduated head	lever	34. Base
swivel	22. Motor starter	35. Apron
12. Ram	23. Stroke indicator dial	36. Elevating screw
13. Ram positioning	24. Stroke adjusting shaft	37. Cross rail chip
shaft	25. Drive motor	guard
	26. Power rapid traverse	38. Table support
	lever	bearing.

2. Mesin Sekrap dan Jenis-jenisnya

a) Mesin Sekrap Datar atau Horizontal (*shaper*)

Mesin jenis ini umum dipakai untuk produksi dan pekerjaan serbaguna terdiri atas rangka dasar dan rangka yang mendukung lengan horizontal. Benda kerja didukung pada rel silang sehingga memungkinkan benda kerja untuk digerakkan ke arah menyilang atau vertical dengan tangan atau penggerak daya. Pada mesin ini pahat melakukan gerakan bolak-balik, sedangkan benda kerja melakukan gerakan insutan. Panjang langkah maksimum sampai 1000 mm, cocok untuk benda pendek dan tidak terlalu berat.



Sumber : <http://duniateknikmesin.blogspot.co.id/2015/06/mesin-sekrap.html>(2017)

Gambar 44. Mesin Sekrap Datar atau Horizontal

b) Mesin Sekrap vertical (*slotter*)



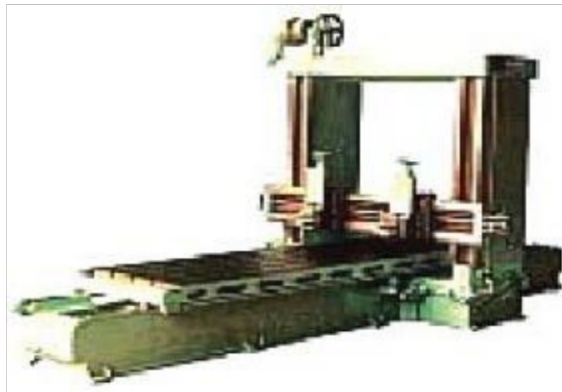
Sumber : <http://duniateknikmesin.blogspot.co.id/2015/06/mesin-sekrap.html>(2017)

Gambar 45. Mesin Sekrap Vertical (slotter)

Mesin Sekrap jenis ini digunakan untuk pemotongan dalam, menyerut dan bersudut serta untuk pengerjaan permukaan-permukaan yang sukar dijangkau. Selain itu mesin ini juga bisa digunakan untuk operasi yang memerlukan pemotongan vertical. Gerakan pahat dari mesin ini naik turun secara vertical, sedangkan benda kerja bisa bergeser ke arah memanjang dan melintang. Mesin jenis ini juga dilengkapi dengan meja putar, sehingga dengan mesin ini bisa dilakukan pengerjaan pembagian bidang yang sama besar.

c) Mesin Sekrap Eretan (*planner*)

Mesin *planner* digunakan untuk mengerjakan benda kerja yang panjang dan besar (berat). Benda kerja dipasang pada eretan yang melakukan gerak bolak-balik, sedangkan pahat membuat gerakan insutun dan gerak penyetelan. Lebar benda ditentukan oleh jarak antar tiang-tiang mesin. Panjang langkah mesin jenis ini ada yang mencapai 200 sampai 1000 mm.



Sumber : <http://duniateknikmesin.blogspot.co.id/2015/06/mesin-sekrap.html>(2017)

Gambar 46. Mesin Sekrap Eretan

2. Mekanisme Kerja Mesin Sekrap

Mekanisme yang mengendalikan Mesin Sekrap ada dua macam yaitu mekanik dan hidrolik. Pada mekanisme mekanik digunakan *crank mechanism*. Pada mekanisme ini roda gigi utama (*bull gear*) digerakkan oleh sebuah pinion yang disambung pada poros motor listrik melalui *gear box* dengan empat, delapan, atau lebih variasi kecepatan. RPM dari roda gigi utama tersebut menjadi langkah per menit (*strokes per minute*, SPM). Mesin dengan mekanisme sistem hidrolik kecepatan sayatnya dapat diukur tanpa bertingkat, tetap sama sepanjang

langkahnya. Pada tiap saat dari langkah kerja, langkahnya dapat dibalikkan sehingga jika mesin macet lengannya dapat ditarik kembali. Kerugiannya yaitu penyutelan panjang langkah tidak teliti.

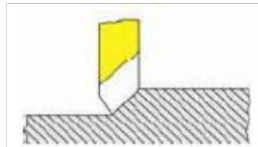
3. Alat potong

a) Prinsip dasar pemotongan

Pahat bergerak maju mundur, benda kerja bergerak ke arah melintang. Pemotongan hanya terjadi pada gerak langkah maju, pada saat langkah mundur benda kerja bergeser.

b) Bentuk Pahat Sekrap

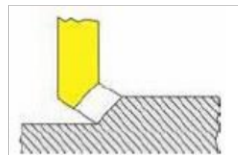
1. Pahat Sekrap Kasar Lurus



Sumber : <http://duniateknikmesin.blogspot.co.id/2015/06/mesin-sekrap.html>(2017)

Gambar 47. Pahat Sekrap Kasar Lurus

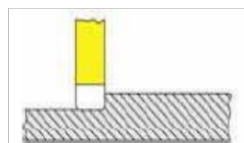
2. Pahat Sekrap Kasar Lengkung



Sumber : <http://duniateknikmesin.blogspot.co.id/2015/06/mesin-sekrap.html>(2017)

Gambar 48. Pahat Sekrap Kasar Lengkung

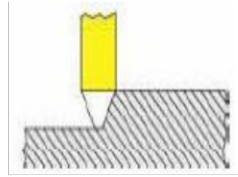
3. Pahat Sekrap Datar



Sumber : <http://duniateknikmesin.blogspot.co.id/2015/06/mesin-sekrap.html>(2017)

Gambar 49. Pahat Sekrap Datar

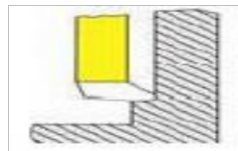
4. Pahat Sekrap Runcing



Sumber : <http://duniateknikmesin.blogspot.co.id/2015/06/mesin-sekrap.html>(2017)

Gambar 50. Pahat Sekrap Runcing

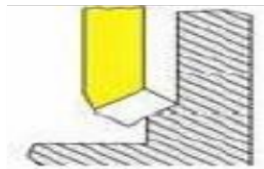
5. Pahat Sekrap Sisi



Sumber : <http://duniateknikmesin.blogspot.co.id/2015/06/mesin-sekrap.html>(2017)

Gambar 51. Pahat Sekrap Sisi

6. Pahat Sekrap Sisi Kasar



Sumber : <http://duniateknikmesin.blogspot.co.id/2015/06/mesin-sekrap.html>(2017)

Gambar 52. Pahat Sekrap Sisi Kasar

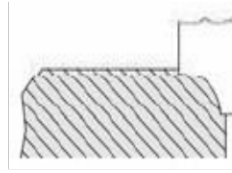
7. Pahat Sekrap Sisi Datar



Sumber : <http://duniateknikmesin.blogspot.co.id/2015/06/mesin-sekrap.html>(2017)

Gambar 53. Pahat Sekrap Sisi Datar

8. Pahat Sekrap Profil



Sumber : <http://duniateknikmesin.blogspot.co.id/2015/06/mesin-sekrap.html>(2017)

Gambar 54. Pahat Sekrap Profil

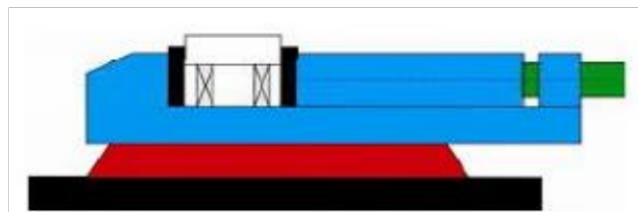
9. Pahat sekrap masuk ke dalam atau pahat sekrap masuk ke luar lurus

10. Pahat sekrap masuk dalam atau pahat sekrap masuk ke luar diteruskan

4. Perencanaan Proses Sekrap

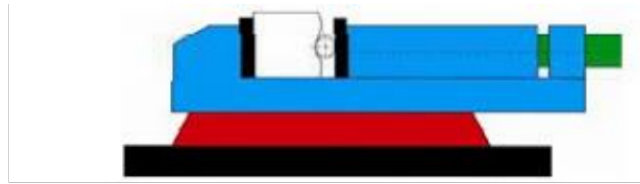
a) Pencekaman benda kerja

Benda persegi yang kecil dapat dipasang pada ragum. Sebelum proses sekrap dilakukan perlu diperiksa kesejajaran garis ukuran yang akan disekrap dengan mulut ragum. Untuk mempermudah proses pensejajaran antara mulut ragum dan bagian yang akan disekrap digunakanlah parallel blok. Pencekaman benda kerja disesuaikan dengan *contour* permukaan benda kerja yang akan disekrap. Untuk mencekam benda kerja yang memiliki permukaan tidak beraturan atau tidak rata kita harus memasang dan mengganjal benda kerja dengan besi bulat yang dapat menekan pada satu titik. Untuk menjepit benda kerja yang berbentuk tabung, ada kalanya di bagian bawah benda kerja diganjal dengan semacam pelat yang tipis atau bisa juga menggunakan parallel blok. Selain itu, parallel blok yang ada juga bisa dimanfaatkan untuk sebagai landasan pada saat proses pencekaman benda kerja yang berbentuk segmen atau sektor.



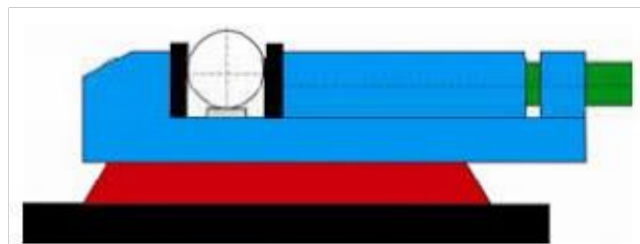
Sumber : <http://duniateknikmesin.blogspot.co.id/2015/06/mesin-sekrap.html>(2017)

Gambar 55. Pencekaman benda kerja persegi



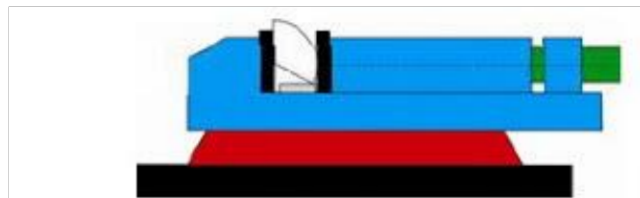
Sumber : <http://duniateknikmesin.blogspot.co.id/2015/06/mesin-sekrap.html>(2017)

Gambar 56. Pencekaman benda yang tidak rata



Sumber : <http://duniateknikmesin.blogspot.co.id/2015/06/mesin-sekrap.html>(2017)

Gambar 57. Pencekaman sumbu



Sumber : <http://duniateknikmesin.blogspot.co.id/2015/06/mesin-sekrap.html>(2017)

Gambar 58. Pencekaman Benda sektoratau segmen

Benda kerja yang mempunyai dimensi cukup besar dan tidak mungkin dicekam dengan ragum, dapat dicekam dengan menggunakan klem. Perhatikan posisi pengekleman benda kerja terhadap arah pemotongan.

b) Pencekaman alat potong

Pencekaman alat potong atau pahat pada Mesin Sekrap disesuaikan dengan ukuran mesindan meja mesin. Yang perlu diingat pada saat mencekam pahat pada mesin sekrap, pahat diusahakan dicekam sekuat mungkin. Hal ini dikarenakan pada saat langkah pemakanan, pahat adalah

salah satu bagian yang mengalami benturan (*impact*) terbesar dengan benda kerja. Ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam pemasangan pahat pada Mesin Sekrap, yaitu :

- 1) Pahat dipasang pada rumah ayunan kira-kira 30□40 mm keluar dari rumah ayunan. Pada posisi ini pahat cukup kuat untuk menahan beban potong.
- 2) Pencekaman pahat diusahakan sependek mungkin. Dikarenakan, jika pemasangan pahat terlalu panjang, pada saat terjadi *impact* maka pahat akan menjadi lentur dan kemungkinan besar pahat akan patah.
- 3) Pada saat langkah pemakanan, rumah ayunan pahat dimiringkan berlawanan arah dengan sisi potong pahat.
- 4) Pada saat proses pembuatan alur pada benda kerja, rumah ayunan pahat dipasang tegak lurus terhadap sisi potong pahat.
- 5) Pada proses pembuatan alur dalam, pahat harus mempergunakan alat bantu tambahan yaitu klem pemegang pahat, dengan alat ini memungkinkan pahat untuk membuat alur dengan kedalaman yang diinginkan.
- 6) Pada saat langkah pemotongan sisi benda kerja, posisikan rumah ayunan dan pahat dalam keadaan miring/membuat sudut lancip terhadap benda kerja.
- 7) Pada saat langkah pemakanan menyudut pada benda kerja, posisikan rumah ayunan dan pahat miring terhadap bidang yang akan disayat/membentuk sudut lancip.

5. Menjalankan Mesin

- a) Lengan digerakkan dengan cara memutar roda pemeriksa untuk melihat kemungkinan tertabraknya lengan
- b) Menentukan banyak langkah per menit Motor mesin dihidupkan Dengan cara memasukkan tuas kopling mesin mulai bekerja
- c) Mencoba langkah pemakanan (*feeding*) dari meja, mulai dari langkah halus sampai langkah kasar
- d) Perhatikan seluruh gerak mesin
- e) Menghentikan kerja mesin dilakukan dengan cara melepas tuas kopling kemudian matikan motor.

6. Proses Penyekrapan

a) Penyekrapan datar

Penyekrapan bidang rata adalah penyekrapan benda kerja agar menghasilkan permukaan yang rata. Penyekrapan bidang rata dapat dilakukan dengan cara mendatar (horizontal) dan cara tegak (Vertical). Pada penyekrapan arah mendatar yang bergerak adalah benda kerja atau meja ke arah kiri kanan. Pahat melakukan langkah penyayatan dan ketebalan diatur dengan menggeser eretan pahat. Adapun langkah persiapan penyekrapan bidang mendatar yaitu :

- (1) Pemasangan benda kerja pada ragum
- (2) Pemasangan pahat rata
- (3) Pengaturan panjang langkah pahat
- (4) Pengaturan kecepatan langkah pahat
- (5) Pengaturan gerakan meja secara otomatis
- (6) *Setting* pahat terhadap benda kerja.

Penentuan ketebalan penyayatan pahat. Untuk pemakanan banyak digunakan pahat kasar. Besarnya *feeding* diambil = $\frac{1}{3}$ dari tebal pemakanan:

- (1) Kedalaman pemotongan dilakukan dari eretan alat potong
- (2) *Feeding* dilakukan oleh gerakan meja
- (3) Meja bergeser pada saat lengan luncur bergerak mundur.

b) Penyekrapan tegak

Pada penyekrapan tegak, yang bergerak adalah eretan pahat naik turun. Pengaturan ketebalan dilakukan dengan menggeser meja. Pahat harus diatur sedemikian rupa (menyudut) sehingga hanya bagian ujung saja yang menyayat dan bagian sisi dalam keadaan bebas. Tebal pemakanan di atur tipis ± 50 mm. Langkah kerja penyekrapan tegak sesuai dengan penyekrapan yang datar.

- (1) Kedalaman pemotongan dilakukan oleh gerakan meja
- (2) *Feeding* dilakukan oleh gerakan eretan alat potong.

c) Penyekrapan menyudut

Penyekrapan bidang menyudut adalah penyekrapan benda kerja agar menghasilkan permukaan yang miring/sudut. Pada penyekrapan ini yang

bergerak adalah eretan pahat maju mundur. Pengaturan ketebalan dilakukan dengan memutar eretan pahat sesuai dengan kebutuhan sudut pemakanan :

- (1) Kedalaman pemotongan dilakukan oleh gerakan meja
- (2) *Feeding* dilakukan oleh eretan alat pemotong.

d) Penyekrapan alur

Menurut alur penyekrapan, Mesin Sekrap dapat digunakan untuk membuat alur :

- (1) Alur terus luar
- (2) Alur terus dalam
- (3) Alur buntu
- (4) Alur tembus.

Secara garis besar, pembuatan alur pada Mesin Sekrap harus memperhatikan beberapa hal sebagai berikut :

- (1) Pembuatan garis batas luar
- (2) Pengerjaan pahat
- (3) Pengerjaan pendahuluan.

Alur terus luar di antaranya adalah alur “U”, alur “V”, dan alur ekor burung. Alur “alur U” Alur “V” Alur ekor burung. Penyekrapan alur “V” dan ekor burung merupakan penyekrapan yang paling rumit karena memerlukan ketekunan dan kesabaran. Prinsip pengerjaannya merupakan gabungan dari beberapa proses penyekrapan. Berhasil atau tidaknya pembuatan alur “V” dan ekor burung tergantung dari pengaturan eretan pahat, pengasahan sudut pahat dan pemasangan pahatnya. Pada penyekrapan alur ekor burung atau alur “V” yaitu :

1. Diawali dengan penyekrapan alur biasa
2. Selanjutnya memasang pahat lancip
3. Mengatur eretan pahat
4. Mengatur posisi pahat
5. Lakukan secara hati-hati dan pemakanannya harus tipis.

Alur tembus dalam umumnya untuk alur pasak pada roda gigi atau *pully*. Untuk penyekrapan alur pasak memerlukan tangkai pemegang pahat (pemegang pahat tambahan) yang memungkinkan pahat masuk ke dalam

lubang yang akan dibuat alur dalam. Penyekrapan alur pasak luar yang buntu lebih rumit karena gerakan pahatnya terbatas. Untuk itu harus dibuat pengerjaan awal pada mesin bor atau frais. Batas alur pasak harus di buat dengan cara membuat lubang dengan *end mill* sesuai dengan ukuran lebar dan dalamnya alur. Agar pajang langkah terbatas, maka harus diatur terlebih dahulu sesuai dengan panjang alur. Penyekrapan dapat dilakukan bertahap apabila lebar alur melebihi lebar pahat yang digunakan.

BAB IV

PENUTUP

A. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil praktek lapangan, yaitu :

1. *General service* memiliki fungsi yang sangat penting, yaitu memperpanjang usia pakai *engine* dan agar performa *engine* tetap terjaga.
2. *General service* yang dilakukan pada *engine* terdiri dari:
 - a. Penggantian oli
 - b. Pembersihan *turbocharger*
 - c. Pembersihan radiator *engine*
 - d. *Tune up engine*
 - e. Pengambilan contoh oli (SOS)
3. *General service* pada *engine* harus dikerjakan oleh mekanik yang memiliki keahlian dihidangnya maupun langsung didampingi oleh *leader* nya.
4. Modifikasi *engine* pada dasarnya hanya perubahan mesin belakang.
5. Dengan adanya kerja praktek, pengetahuan dan wawasan mahasiswa menjadi bertambah.
6. Kerja sama yang baik antara peserta kerja praktek dengan instruktur sangat diharapkan supaya praktek bias berjalan dengan baik.
7. Dalam pelaksanaannya *general service* memiliki interval waktu agar performa dari *engine* tersebut tetap terjaga.
8. *Engine* memiliki peran yang sangat besar dalam menggerakkan motor-motor listrik seperti pompa, compressor, electric crane dan lain-lain.
9. Motor Bakar diesel merupakan motor bakar dengan metode pembakaran *compression ignition*.

B. Saran

Adapun saran-saran yang dapat diberikan yaitu:

1. Sebaiknya pengetahuan tentang *general service* tidak hanya diketahui oleh pihak *maintenance* melainkan juga operator, karena operator berhubungan langsung dengan fasilitas tersebut sehingga mereka lebih mengenal keadaan dan perilaku mesin. Seperti tidak menggunakan air sembarangan sebagai air radiator. Untuk penambahan air radiator di lapangan hendaknya menggunakan *coolant conditioner* guna mengurangi efek korosif dari air.
2. Ikuti interval waktu dalam pelaksanaan *general service*.
3. Sebelum pengoperasian *engine*, lakukanlah pemeriksaan terhadap komponen-komponen *engine* untuk meminimalisir gangguan atau hambatan pengoperasian.
4. Gunakan komponen-komponen *engine* yang sesuai dengan standar agar mutu lebih terjamin.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, Sarah. 2002. *Operational and Maintanance Manual*: Caterpillar. Canada: Caterpillar Inc
- Boentaro. 2000. *Mengatasi Kerusakan Mesin Diesel*. Yogyakarta: Puspa Swara
- Caterpillar Inc PT. Trakindo Utama, 2009, *Diesel Electirc Set Operation & Maintanance*, Training Center Dept. PT. Trakindo Utama, Dileungsi. Canada: Caterpillar Inc
- Samuel, L. Coiller, 1983, *Mud Pump Handbook Second Education*, Gulf Profesional Publishing Company. California: University of California
- Sulistyonoh, Joko. 2001. *Mesin Diesel*. (<http://gudangilmu.org/feed/> diunduh pada 3 Juni 2017).
- Yandi. 2017. *Struktur Organisai, Buku Panduan PT. Bormindo Nusantara*. Duri: Bormindo
- Yandi. 2017. *PPE, Buku Panduan PT. Bormindo Nusantara*. Duri: Bormindo
- Yandi. 2017. *Area Keselamatan, Buku Panduan PT. Bormindo Nusantara*. Duri: Bormindo
- Yandi. 2017. *Demah Yard, Buku Panduan PT. Bormindo Nusantara*. Duri: Bormindo
- Yandi. 2017. *Denah Yard, Buku Panduan PT. Bormindo Nusantara*. Duri: Bormindo
- Yandi. 2017. *Mesin Sekrap*. ([http://staffnew.uny.ac.id/upload/132310886/pendidikan/\(PPT\)+Materi+4,+Proses+Sekrap+\(Shaping\).pdf](http://staffnew.uny.ac.id/upload/132310886/pendidikan/(PPT)+Materi+4,+Proses+Sekrap+(Shaping).pdf) diunduh pada November 2017)
- Yuzarman. 2017. *Bagian Pada Mesin Sekrap*. (<http://duniateknikmesin/mesin-sekrap.html>/di unduh pada November 2017)