



**PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN *NUMBERED HEAD
TOGETHER* (NHT) BERBANTUAN MODUL GUNA
MENINGKATKAN HASIL BELAJAR SISWA PADA
KOMPETENSI DASAR PEMELIHARAAN SISTEM BAHAN
BAKAR MOTOR DIESEL**

SKRIPSI

Disusun dalam rangka penyelesaian Program Studi Strata I
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan

Oleh

YONATHAN ITO

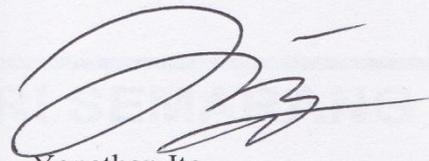
5201409031

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2015**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi yang berjudul “Penerapan Model Pembelajaran *Numbered Head Together* (NHT) Berbantuan Modul guna Meningkatkan Hasil Belajar Siswa pada Kompetensi Dasar Pemeliharaan Sistem Bahan Bakar Diesel” disusun berdasarkan hasil penelitian saya dengan arahan dosen pembimbing. Sumber informasi atau kutipan yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam daftar pustaka di bagian akhir skripsi ini. Skripsi ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar dalam program sejenis di perguruan tinggi manapun.

Semarang, Agustus 2015



Yonathan Ito

NIM 5201409031

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Yonathan Ito

NIM : 5201409031

Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin

Judul : Penerapan Model Pembelajaran *Numbered Head Together (NHT)*
Berbantuan Modul untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa pada
Kompetensi Dasar Pemeliharaan Sistem Bahan Bakar Motor
Diesel

telah dipertahankan di depan penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, S1, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.

Panitia Ujian,

Ketua : Dr. Muhammad Khumaedi, M.Pd (.....)
NIP. 196209131991021001

Sekretaris : Wahyudi, S.Pd, M.Eng (.....)
NIP. 198003192005011001

Pembimbing I : Drs. Abdurrahman, M.Pd. (.....)
NIP 196009031985031002

Pembimbing II : Dr. Hadromi, S.Pd., M.T. (.....)
NIP 196908071994031004

Penguji Utama : Drs. Masugino, M.Pd. (.....)
NIP 195207211980121001

Penguji pendamping I : Drs. Abdurrahman, M.Pd. (.....)
NIP 196009031985031002

Penguji pendamping II : Dr. Hadromi, S.Pd., M.T. (.....)
NIP 196908071994031004

Ditetapkan di Semarang
Tanggal :

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknik



Drs. Muhammad Harlanu, M.Pd
NIP 196602151991021001

ABSTRAK

Ito, Yonathan. 2015. *Penerapan Model Pembelajaran Numbered Head Together (NHT) Berbantuan Modul Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Pada Kompetensi Dasar Pemeliharaan Sistem Bahan Bakar Motor Diesel.* Skripsi. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang. Drs. Abdurrahman, M.Pd. Dr. Hadromi, S.Pd., M.T.

Tujuan dari penelitian tindakan kelas ini adalah untuk meningkatkan hasil belajar Kompetensi Dasar Pemeliharaan Sistem Bahan Bakar Diesel siswa kelas XI TO 7 SMK Cokroaminoto 2 Banjarnegara melalui penerapan model pembelajaran *Numbered Head Together (NHT)* yang dibantu dengan penggunaan modul serta untuk meningkatkan aktivitas siswa dalam pembelajaran.

Subjek penelitian tindakan kelas ini adalah siswa kelas XI TO SMK Cokroaminoto 2 Banjarnegara Tahun Ajaran 2014/2015 sejumlah 37 siswa. Penelitian tindakan kelas ini dilaksanakan dalam dua siklus, setiap siklus terdiri atas 4 tahap yaitu perencanaan, tindakan, observasi, dan refleksi. Metode pengumpulan data penelitian ini yaitu dengan metode dokumentasi, observasi, dan tes.

Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan hasil belajar siswa pada Kompetensi Dasar Pemeliharaan Sistem Bahan Bakar Diesel. Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut. Pertama, penerapan model pembelajaran *Numbered Head Together (NHT)* berbantuan modul dapat meningkatkan hasil belajar siswa, hal ini ditandai dengan peningkatan hasil belajar siswa dengan pencapaian rata-rata nilai siklus I sebesar 61,4 menjadi sebesar 79,3 pada siklus II. Persentase ketuntasan belajar siklus I sebesar 48,65% menjadi 81,08% pada siklus II. Kedua, peningkatan aktivitas siswa dari 64% pada siklus I menjadi 84% pada siklus II. Berdasarkan metode pengumpulan data dokumentasi diketahui bahwa persentase ketuntasan siswa pada Kompetensi Dasar Pemeliharaan Sistem Bahan Bakar Diesel yaitu 45,95% siswa tuntas KKM, sedangkan yang belum tuntas KKM sebesar 54,05%. Setelah dilakukan penerapan model pembelajaran tipe *Numbered Head Together* berbantuan modul, hasil belajar siswa mengalami peningkatan pada siklus I dan siklus II, yaitu 48,65% siswa tuntas pada siklus I dan 81,08% siswa tuntas pada siklus II. Hal ini membuktikan bahwa penerapan model pembelajaran tipe *Numbered Head Together* berbantuan modul pada Kompetensi Dasar Pemeliharaan Sistem Bahan Bakar Diesel mampu meningkatkan hasil belajar siswa kelas XI TO SMK Cokroaminoto 2 Banjarnegara.

Kata kunci: *Numbered Head Together*, Modul, Hasil Belajar, Pemeliharaan Sistem Bahan Bakar Diesel

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

1. Hargailah arti sebuah pertemuan, sebelum waktu untuk bersama hanya menjadi sebuah kenangan.
2. Bijaksana adalah menyikapi permasalahan dengan melihat masalah itu dari banyak sisi.

PERSEMBAHAN

1. Kepada Ayah dan Ibu
2. Adik-adik
3. Sahabat-sahabatku
4. Anis Septiani
5. Keluarga besar PTM 2009

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis atas kehadiran ALLAH SWT, yang memberikan rahmat dan hidayah-Nya maka skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada baginda Nabi Muhammad SAW, yang telah menuntun kita dari alam kegelapan menuju alam yang terang benderang, semoga rahmat dan kesejahteraan senantiasa terlimpah kepada Beliau, keluarga, para sahabat dan seluruh orang-orang shaleh.

Penulisan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang. Skripsi ini berjudul “Penerapan Model Pembelajaran *Numbered Head Together (NHT)* Berbantuan Modul Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Pada Kompetensi Dasar Pemeliharaan Sistem Bahan Bakar Diesel”.

Penyelesaian skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak yang tanpa lelah memberikan masukan dan dorongan moril maupun materil kepada penulis, sehingga dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Prof. Dr. Fathur Rohman, M. Hum., Rektor Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang.
2. Drs. Muhammad Harlanu, M. Pd., Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan ijin penelitian dalam memperlancar penyelesaian skripsi ini.
3. Dr. M. Khumaedi, M. Pd., Ketua jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan kemudahan administrasi kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.
4. Wahyudi, S. Pd, M. Eng., Ketua Program Keahlian Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan masukan dan saran dari mulai pengajuan judul sampai uji plagiat.
5. Drs. Abdurrahman, M. Pd., Dosen pembimbing I yang telah memberikan waktu, bimbingan, dan petunjuk dalam penyusunan skripsi ini.

6. Dr. Hadromi, S.Pd., M.T. Dosen pembimbing II yang telah memberikan waktu, bimbingan, dan petunjuk dalam penyusunan skripsi ini.
7. Drs. Masugino, M. Pd., Dosen Penguji yang telah memberikan waktu dan saran dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Drs. Sutatmaji, Kepala SMK Cokroaminoto 2 Banjarnegara yang telah berkenan memberikan ijin kepada penulis untuk melaksanakan penelitian.
9. Muhammad Amin, S.Pd., Waka Kurikulum yang telah berkenan memberikan bantuan dan waktunya kepada penulis selama melaksanakan penelitian
10. Isnaeni Fajar, S.Pd., Guru Mata Pelajaran Pemeliharaan Dan Perbaikan Sistem Bahan Bakar Diesel yang telah berkenan memberikan bantuan dan waktunya kepada penulis selama melaksanakan penelitian.
11. Ayah dan ibu serta seluruh keluarga yang telah memberikan do'a, dan dorongan semangat yang tiada henti hingga selesainya skripsi ini.
12. Rekan-rekan Pendidikan Teknik Mesin angkatan 2009 atas solidaritas tiada henti.
13. Seluruh pihak yang telah membantu yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu sehingga terselesaikannya skripsi ini.

Pada akhirnya, penulis menyadari masih banyak kekurangan dan keterbatasan dalam penulisan skripsi ini. Sehingga dengan kerendahan hati penulis mengharapkan segala bentuk kritik dan saran yang bersifat membangun dari berbagai pihak untuk kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua khususnya ilmu pengetahuan dan teknologi, Aamiin.

Semarang, Agustus 2015

Penulis

Yonathan Ito

NIM 5201409031

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
PENGESAHAN	iii
ABSTRAK.....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR BAGAN	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Batasan dan Rumusan Masalah	3
C. Tujuan	4
D. Manfaat	5
BAB II LANDASAN TEORI.....	7
A. Landasan Teori	7
1. Penelitian Terdahulu	7
.....	
2. Desain pelaksanaan penelitian	8
3. Tinjauan belajar dan pembelajaran	13
4. Hasil belajar	15

5. Model pembelajaran	16
6. Tinjauan Tentang Model Pembelajaran <i>Numbered Head Together</i>	17
7. Modul.....	21
8. Tinjauan Tentang KD Peliharaan Sistem Bahan Bakar Diesel	22
B. Kerangka Berfikir	33
BAB III METODE PENELITIAN.....	35
A. Rancangan Penelitian.....	35
B. Subjek Penelitian	38
C. Variabel Penelitian.....	38
D. Metode Pengumpulan Data	39
E. Kisi-kisi Instrumen.....	40
F. Penilaian Instrumen.....	41
G. Metode Analisis Data	47
H. Indikator Keberhasilan.....	48
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	49
A. Hasil Penelitian Siklus I.....	49
B. Hasil Penelitian Siklus II	56
C. Pembahasan	63
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	69
A. Simpulan.....	69
B. Saran	70
DAFTAR PUSTAKA	71

LAMPIRAN	73
-----------------------	-----------

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kisi-kisi materi prinsip kerja mesin diesel dan komponen sistem injeksi bahan bakar motor diesel dan cara pemeliharaannya	40
Tabel 2. Hasil Perhitungan Validitas Soal Instrumen I	42
Tabel 3. Hasil Perhitungan Validitas Soal Instrumen II.....	42
Tabel 4. Klasifikasi Taraf Kesukaran Soal Instrumen.....	44
Tabel 5. Hasil Perhitungan Taraf Kesukaran Soal Instrumen I.....	44
Tabel 6. Hasil Perhitungan Taraf Kesukaran Soal Instrumen II.....	45
Tabel 7. Klasifikasi Daya Pembeda	46
Tabel 8. Hasil Perhitungan DayaPembeda Soal Instrumen I	46
Tabel 9. Hasil Perhitungan DayaPembeda Soal Instrumen II	46
Tabel 10. Kriteria Ketuntasan Belajar Siswa Individual	48
Tabel 11. Data keaktifan siswa siklus I	52
Tabel 12. Hasil Belajar Siswa Siklus I	53
Tabel 13. Data Keaktifan Siswa Siklus II	59
Tabel 14. Hasil belajar siswa siklus II.....	60
Tabel 15. Data nilai siswa siklus I dan siklus II.....	61
Tabel 16. Data nilai rata-rata keaktifan siswa siklus I dan siklus II.....	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Skema Model Spiral Dari Kemmis dan Taggart	12
Gambar 2. Guru dan jumlah Siswa	18
Gambar 3. Langkah Numbering	18
Gambar 4. Langkah Questioning	19
Gambar 5. Langkah Head Together	19
Gambar 6. Langkah Answering	20
Gambar 7. Pompa Injeksi Distributor	23
Gambar 8. Aliran Bahan Bakar Distributor	24
Gambar 9. Tangki Bahan Bakar	25
Gambar 10. Saringan Bahan Bakar Injeksi Tipe Distributor	26
Gambar 11. Pump Handle Ditekan	27
Gambar 12. Pump Handle Dilepas	27
Gambar 13. Pompa Injeksi Tipe Distributor	28
Gambar 14. Injektion Nozzle Sebelum Penginjeksian	29
Gambar 15. Injektion Nozzle Saat Penginjeksian Bahan Bakar	30
Gambar 16. Injektion Nozzle Akhir Penginjeksian.....	30
Gambar 17. Diagram Hasil Tes dan non Tes	62

DAFTAR BAGAN

Bagan 1. Kerangka Berfikir	34
Bagan 2. Alur PTK.....	35
Bagan 3. Alur Penelitian	37

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Daftar Nama Siswa	73
Lampiran 2. Soal Uji Coba Instrumen Penelitian.....	74
Lampiran 3. Analisis Validitas, Reliabilitas, Tingkat Kesukaran, dan Daya Pembeda Soal Instrumen	82
Lampiran 4. Modul.....	83
Lampiran 5. Kisi-kisi Soal Test 1	141
Lampiran 6. RPP Siklus 1	142
Lampiran 7. Soal Test Siklus 1.....	146
Lampiran 8. Hasil Test Siklus 1	149
Lampiran 9. Kisi-kisi Siklus II.....	150
Lampiran 10. RPP Siklus II.....	151
Lampiran 11. Soal Test Siklus II.....	155
Lampiran 12. Hasil Test Siklus II.....	158
Lampiran 13. Lembar Kriteria Penilaian Keaktifan Siswa.....	159
Lampiran 14. Lembar Observasi Keaktifan Siswa Siklus I.....	161
Lampiran 15. Lembar Observasi Keaktifan Siswa Siklus II	162
Lampiran 16. Silabus.....	163
Lampiran 17. Surat Tugas Dosen Pembimbing.....	167
Lampiran 18. Surat Permohonan Izin Penelitian.....	168
Lampiran 19. Surat Keterangan Melakukan Penelitian.....	169
Lampiran 20. Dokumentasi Penelitian	170

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG MASALAH

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan nasional pada bab 1 pasal 1, dipaparkan bahwa pendidikan adalah usaha sadar dan terencana untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar peserta didik secara aktif mengembangkan potensi dirinya untuk memiliki kekuatan spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia, serta keterampilan yang diperlukan dirinya, masyarakat, bangsa dan negara.

Kegiatan belajar di dalam pendidikan, merupakan salah satu proses usaha yang dilakukan oleh individu untuk memperoleh perubahan perilaku yang relatif dalam aspek kognitif, afektif, maupun psikomotorik yang diperoleh melalui interaksi individu dengan lingkungannya (Kurnia dkk, 2007: 1-3). Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) merupakan lembaga pendidikan yang menekankan pada aspek keahlian atau tenaga kerja siap pakai.

Stimulus dalam pembelajaran di SMK dapat diumpamakan sebagai informasi yang diberikan oleh guru mata pelajaran, dan respon yang diharapkan dari masing-masing siswa adalah pemahaman terhadap materi mata pelajaran. Guna menciptakan hal tersebut, maka dibutuhkan metode, model, media, dan sumber belajar yang dapat meningkatkan stimulus dan respon dari siswa. Salah

satu bentuk pembelajaran yang dapat di terapkan adalah pembelajaran kooperatif. Menurut Isjoni (2013: 23) pembelajaran kooperatif adalah suatu model pembelajaran yang saat ini banyak digunakan untuk mewujudkan kegiatan belajar mengajar yang berpusat pada siswa (*student oriented*).

Berdasarkan observasi yang telah dilakukan peneliti di kelas XI TMO 7 SMK Cokroaminoto 2 Banjarnegara, pada mata pelajaran sistem bahan bakar diesel dapat dikatakan tingkat pemahaman siswa terhadap materi cenderung rendah. Hal ini terbukti dari persentase ketuntasan hasil belajar dengan keterangan siswa yang tuntas adalah 45,95% dan yang tidak tuntas 54,05% dengan standar $KKM \leq 70$.

Keadaan saat proses pembelajaran berlangsung di kelas, guru mata pelajaran hanya menggunakan metode pembelajaran langsung dan terus menerus memberikan materi kepada siswa tanpa adanya pemberian waktu umpan balik dari siswa untuk merespon materi yang mungkin tidak mereka pahami. Selain itu, tidak semua siswa memperhatikan guru ketika mengajar. Beberapa di antara mereka menyibukkan diri dengan kegiatan di luar pembelajaran, misalnya berbicara dengan teman sebangku. Kondisi pembelajaran yang kurang kondusif tersebut perlu ditindak lanjuti dan dicarikan penyelesaian masalahnya. Peneliti beranggapan, perlu adanya inovasi terhadap model pembelajaran dan alat bantu belajar yang digunakan guru untuk meningkatkan proses dan hasil belajar siswa.

Salah satu model pembelajaran kooperatif adalah *Numbered Head Together (NHT)*. Model pembelajaran *Numbered Head Together (NHT)* adalah pendekatan yang dikembangkan oleh Spencer Kagan (1998) untuk melibatkan

lebih banyak siswa dalam mereviu berbagai materi yang dibahas dalam sebuah pelajaran dan untuk memeriksa pemahaman mereka tentang isi pelajaran itu. (Arends, 2008: 16).

Modul merupakan alat bantu belajar siswa yang berisikan materi pelajaran yang disusun secara sistematis, runtut dan jelas untuk menunjang pemahaman siswa terhadap materi pelajaran. Peneliti beranggapan penggunaan model pembelajaran NHT berbantuan modul dapat digunakan untuk memecahkan permasalahan kelas yang kurang kondusif . Alasan pemilihan modul bagi peneliti dikarenakan modul dapat digunakan sebagai alat bantu siswa saat belajar mandiri, Alasan lain peneliti memilih modul adalah belum tersedianya proyektor di dalam ruang pembelajaran.

Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti tertarik untuk mengadakan penelitian dengan judul “Penerapan Model Pembelajaran *Numbered Head Together* (NHT) Berbantuan Modul Guna Meningkatkan Hasil Belajar Siswa pada Kompetensi Dasar Pemeliharaan Sistem Bahan Bakar Motor Diesel”.

B. BATASAN MASALAH DAN RUMUSAN MASALAH

1. Batasan Masalah

Agar permasalahan dalam penelitian ini menjadi jelas dan tidak menyimpang dari tujuan yang telah ditetapkan, maka peneliti perlu membatasi beberapa masalah yang akan diangkat dalam penelitian ini yaitu:

- a. Model pembelajaran yang diterapkan untuk meningkatkan hasil belajar adalah *Number Head Together* (NHT) yang terdiri atas empat langkah, yaitu

(1) *Numbering*; (2) *Questioning*; (3) *Head Together*; dan (4) *Answering* (Arends, 2008: 16) .

- b. Media pendukung Model pembelajaran *Number Head Together* (NHT) yang diterapkan untuk meningkatkan hasil belajar kompetensi dasar pemeliharaan sistem bahan bakar diesel adalah modul.
- c. Diterapkan pada kompetensi dasar pemeliharaan sistem bahan bakar mesin diesel tipe distributor.

2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas, rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini yaitu:

- a. Bagaimanakah desain pelaksanaan kegiatan model pembelajaran NHT pada materi sistem bahan bakar diesel?
- b. Bagaimanakah perubahan aktivitas belajar siswa kelas XI TMO 7 SMK Cokroaminoto 2 Banjarnegara setelah penerapan model pembelajaran NHT berbantuan modul sekolah pada kompetensi dasar sistem bahan bakar diesel?
- c. Apakah ada peningkatan hasil belajar siswa kelas XI TMO 7 SMK Cokroaminoto 2 Banjarnegara setelah penerapan model pembelajaran NHT pada kompetensi dasar sistem bahan bakar diesel?

C. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini yaitu:

- 1. Mendesain pembelajaran model NHT pada pembelajaran materi sistem bahan bakar

2. Mengetahui perubahan aktivitas belajar siswa kelas XI TMO 7 SMK Cokroaminoto 2 Banjarnegara setelah penerapan model pembelajaran NHT berbantuan modul sekolah pada kompetensi dasar sistem bahan bakar diesel.
3. Mengetahui peningkatan hasil belajar siswa kelas XI TMO 7 SMK Cokroaminoto 2 Banjarnegara setelah penerapan model pembelajaran NHT pada kompetensi dasar sistem bahan bakar diesel.

D.MANFAAT PENELITIAN

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat baik manfaat teoretis maupun manfaat praktis bagi pendidik, peserta didik, penulis, dan semua pihak yang terkait dengan dunia pendidikan, adapun manfaat yang diperoleh adalah sebagai berikut.

1. Manfaat Teoretis

Secara teoretis hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat pada perkembangan teori pembelajaran serta menjadi bahan acuan bagi penelitian sejenis.

2. Manfaat Praktis

a. Manfaat Bagi Siswa

Menumbuhkan semangat kerjasama antarsiswa, serta meningkatkan motivasi dan prestasi terhadap kompetensi dasar sistem bahan bakar.

b. Manfaat Bagi guru

Dapat digunakan sebagai bahan referensi atau masukan tentang model pembelajaran yang efektif untuk meningkatkan hasil belajar siswa.

c. Manfaat Bagi sekolah

Meningkatkan pembelajaran dengan lebih baik melalui penggunaan pendekatan inovatif, sehingga dapat meningkatkan kualitas output sekolah.

BAB II

LANDASAN TEORI DAN HIPOTESIS

A. LANDASAN TEORI

1. Penelitian Terdahulu

Numbered Head Together(NHT) merupakan model pembelajaran kooperatif yang menekankan pada aspek berfikir bersama siswa dalam sebuah kelompok. Para peneliti terdahulu telah membuktikan keefektifan model pembelajaran NHT untuk meningkatkan hasil belajar siswa diantaranya adalah sebagai berikut.

- a. Nur'muani, (2009:7) dalam penelitian yang berjudul, “Meningkatkan Hasil Belajar Siswa dengan Pembelajaran Kooperatif *Numbered Head Together* di SMP Negeri 21 Surabaya”, simpulan dalam penelitian ini adalah:

- 1) Pengelolaan pelaksanaan pembelajaran pada model pembelajaran kooperatif dengan pendekatan *Number Head Together* pada setiap putaran mengalami peningkatan. Putaran I sebesar 2,79 dengan kategori kurang baik, putaran II sebesar 3,22 dengan kategori baik dan putaran III sebesar 3,59 dengan kategori sangat baik.
- 2) Dapat meningkatkan aktivitas siswa dalam KBM. Putaran I sebesar 2,57 dengan kategori baik, putaran II sebesar 2,84 dengan kategori baik, dan putaran III sebesar 3,17 dengan kategori sangat baik.
- 3) Dapat meningkatkan hasil belajar siswa ditunjukkan dengan meningkatnya ketan belajar siswa yang semakin meningkat dan rata-rata nilai juga meningkat. Siklus I rata-rata nilai 69,8 dan siswa T sebanyak 20 orang, siklus II rata-rata nilai 73,9 dan siswa T sebanyak 31 orang dan pada siklus III rata-rata nilai 81,5 dan semua siswa T.

b. Karyadi,dkk, (2012:5), pada jurnal sosialitas,” Keefektifan Metode Pembelajaran *Numbered Heads Together* (NHT) untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa pada Kompetensi Dasar Mendeskripsikan Fungsi Konsumsi dan Fungsi Tabungan”. Karyadi, dkk mengemukakan dalam jurnalnya,

”Metode pembelajaran *Numbered Heads Together* (NHT) efektif meningkatkan hasil belajarsiswa kelas X.1 SMA Negeri 1 Juwana KabupatenPati, peningkatan hasil belajar terlihat pada nilai rata-rata sebelum dilakukannya siklus 68,62kemudian meningkat pada siklus 1 nilai rata-ratasebesar 76,74 dan pada siklus II nilai rata-ratamenjadi 82,60.

Keunggulan lain juga ditunjukkan dari presentase pada lembar pengamatan aktivitas siswa dan aktivitas guru. Hasil aktivitas siswa pada siklus I dengan metode pembelajaran *NumberedHeads Together* (NHT) sebesar 64,3%. Hasil aktivitas siswa pada siklus II kelas dengan metode pembelajaran *Numbered Heads Together* (NHT) sebesar 82,14% . Hasil aktivitas guru pada siklus I dengan metode pembelajaran *Numbered Heads Together* (NHT) sebesar 68,05% dan hasil aktivitas guru pada siklus II sebesar 84,72%. Secara keseluruhan pembelajaran dengan metode pembelajaran *Numbered Heads Together* (NHT) mengalami peningkatan.”

Dari beberapa penelitian yang telah terpapar diatas, terbukti bahwa model pembelajaran *Numbered Head Together* (NHT) terbukti dapat meningkatkan hasil belajar dan aktifitas belajar siswa.

2. Desain Pelaksanaan Penelitian

Metode penelitian pendidikan dapat diartikan sebagai cara ilmiah untuk mendapatkan data yang valid dengan tujuan dapat ditemukan, dikembangkan, dan dibuktikan, suatu pengetahuan tertentu sehingga pada gilirannya dapat digunakan untuk memahami, memecahkan, dan mengantisipasi masalah dalam bidang pendidikan (Sugiyono, 2012a:6). Pendekatan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah penelitian deskriptif kuantitatif.

Sugiyono, (2012a:14), menyebutkan bahwa metode penelitian kuantitatif dapat diartikan sebagai metode penelitian yang berlandaskan filsafat positivisme, digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel tertentu, teknik pengambilan sampel pada umumnya dilakukan secara random, pengumpulan data menggunakan instrumen penelitian, analisis data bersifat kuantitatif/ statistik dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan.

PTK adalah pencermatan dalam bentuk tindakan terhadap kegiatan belajar yang sengaja dimunculkan dan terjadi dalam sebuah kelas secara bersamaan (Suyadi, 2011: 18). Langkah PTK menurut Kemmis&McTaggart (dalam Wiriaatmadja, 2012:66-67) mencakup empat langkah, yaitu: 1) perencanaan (*plan*), 2) tindakan (*act*), 3) pengamatan (*observe*), 4) refleksi (*reflect*). Rincian prosedur penelitian dijabarkan sebagai berikut:

a. Siklus I

1) Perencanaan Tindakan

- a) Menyusun rencana pembelajaran kompetensi dasar sistem bahan bakar diesel berbantuan modul.
- b) Menyusun kisi-kisi soal tes.
- c) Menyusun kunci jawaban soal tes.
- d) Membuat pedoman observasi sistematis bagi kerja peneliti dan siswa selama pelaksanaan tindakan.

2) Pelaksanaan Tindakan

Tahap pelaksanaan tindakan merupakan tahap pelaksanaan proses pembelajaran di kelas. Pelaksanaan tindakan pada siklus I ini direncanakan dalam satu kali pertemuan (2 x 45 menit).

3) Pendahuluan

- a) Guru memulai pembelajaran dengan salam, melakukan presensi siswa.
- b) Guru memberikan gambaran pembelajaran yang akan dilaksanakan.
- c) Peneliti menyampaikan tujuan pembelajaran yang akan dilaksanakan.

4) Kegiatan Inti

a) Tahap mengajar:

- (1) Guru menjelaskan garis besar materi pembelajaran.
- (2) Guru menyiapkan contoh soal yang sudah dirancang oleh peneliti.

b) Tahap belajar dalam kelompok:

- (1) Guru membagi siswa menjadi beberapa kelompok heterogen dimana masing-masing anggota dalam suatu kelompok mendapatkan nomor (*numbered*).
- (2) Guru membagikan lembar kerja yang berisi soal-soal yang harus diselesaikan siswa bersama kelompok (*questioning*)
- (3) Tiap kelompok diberikan satu modul sebagai sumber referensi utamanya, diperbolehkan juga mencari dari sumber lain yang dapat membantu proses pembelajaran.

(4) Masing-masing kelompok melakukan *head together* dengan berpikir bersama untuk menyelesaikan masalah (contoh soal) dari modul dan sumber belajar yang tersedia.

(5) Guru memanggil sebuah nomor dan siswa dari masing-masing kelompok yang memiliki nomor tersebut maju untuk membacakan jawabannya ke hadapan seluruh kelas (*answering*).

(6) Guru memberikan umpan balik terhadap pembelajaran yang telah dilaksanakan.

(7) Siswa mengerjakan soal evaluasi yang telah disiapkan peneliti.

5) Penutup

a) Guru menginformasikan untuk memperdalam materi yang telah diajarkan.

b) Guru menginformasikan bahwa akan diadakan tes yang kedua.

c) Guru menutup pelajaran dengan salam.

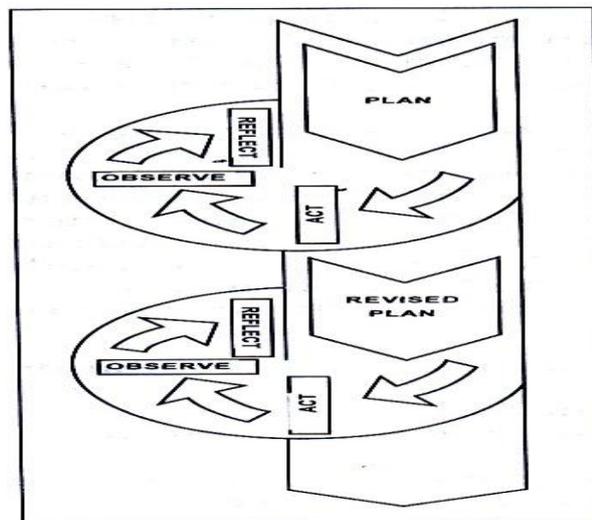
6) Observasi

Dalam melakukan observasi, peneliti dibantu pengamat lain yang turut dalam mengamati jalannya pembelajaran menggunakan lembar observasi keaktifan siswa yang telah disiapkan oleh peneliti. Selama kegiatan pembelajaran, pengamat mencatat aktivitas belajar siswa, baik keaktifan siswa dalam bertanya, menjawab pertanyaan ataupun dalam berdiskusi.

7) Refleksi

Refleksi merupakan analisis hasil observasi dan hasil tes belajar siswa. Pada tahap ini peneliti berdiskusi dengan guru mengenai hasil pengamatan yang dilakukan selama pembelajaran. Refleksi bertujuan untuk mengetahui kekurangan dan kelebihan yang terjadi saat pembelajaran berlangsung. Hasil dari diskusi yang dilakukan akan digunakan sebagai pertimbangan dalam merencanakan pembelajaran siklus berikutnya.

Alur tahapan dalam penelitian tindakan kelas tampak seperti gambar berikut.



Gambar 1. Skema ModelSpiraldariKemmisdanTaggart

Keterangan:

1. Perencanaan I (*plan*)
2. Tindakan I (*act*)
3. Observasi I (*observe*)
4. RefleksiI (*reflect*)

5. PerencanaanII (*plan*)
6. Tindakan II (*act*)
7. ObservasiII (*observe*)
8. RefleksiII (*reflect*)

b. Siklus II

Kegiatan-kegiatan yang dilakukan pada siklusII dimaksud kan sebagai perbaikan terhadap pelaksanaan pembelajaran dengan *Numbered Head Together* pada siklusI. Prosedur pelaksanaan pembelajaran pada siklus II sama dengan siklus I yaitu diawali dari perencanaan, pelaksanaan tindakan, observasi dan refleksi. Perencanaan tindakan pada siklus II dilakukan oleh peneliti dan guru dengan berdasarkan pada hasil refleksi pada siklus I. Menurut Wiriaatmadja, (2012: 103) ,apabila perubahan yang bertujuan meningkatkan kualitas pembelajaran telah tercapai, atau apapun yang diteliti telah menunjukkan keberhasilan, siklus dapat diakhiri.

3. Tinjauan Belajar dan Pembelajaran

a. Belajar

Menurut Kurnia, dkk, (2007:1-3) belajar pada hakikatnya merupakan salah satu proses usaha yang dilakukan oleh individu untuk memperoleh perubahan perilaku yang relatif dalam aspek kognitif, afektif, maupun psikomotorik yang diperoleh melalui interaksi individu dengan lingkungannya.

Dari proses belajar akan dihasilkan perubahan tingkah laku baik potensial maupun aktual. Perubahan tersebut membentuk perkembangan emosional bukan semata-mata dipengaruhi oleh kematangan fisik melainkan juga faktor belajar.

Adapun faktor yang memberikan kontribusi pada proses belajar yakni faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal mencakup kondisi fisik seperti kesehatan anggota tubuh, kondisi psikis seperti kemampuan intelektual dan emosional, kondisi sosial seperti kemampuan bersosialisasi dengan lingkungan. Kesempurnaan dan kualitas kondisi internal yang dimiliki oleh pelajar akan berpengaruh terhadap kesiapan, proses dan hasil belajar. Sedangkan faktor eksternal meliputi beberapa faktor seperti variasi dan kesulitan derajat (stimulus) yang dipelajari (direspon), tempat belajar, iklim, suasana lingkungan, dan budaya belajar masyarakat akan mempengaruhi kesiapan, proses, dan hasil belajar.

b. Pembelajaran

Darsono(dalam hamdani, 2011:23) menyatakan bahwa pembelajaran merupakan usaha guru membentuk tingkah laku yang diinginkan dengan menyediakan stimulus lingkungan atau stimulus. Aliran kognitif mendefinisikan pembelajaran sebagai cara guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk berfikir agar mengenal dan memahami sesuatu yang sedang dipelajari.

Komponen-komponen didalam pembelajaran yaitu:

- 1) Tujuan: Secara eksplisit diupayakan pencapaiannya melalui kegiatan pembelajaran berupa pengetahuan, dan keterampilan atau sikap secara spesifik dan operasional.
- 2) Subyek belajar: Komponen utama karena berperan sebagai subyek sekaligus obyek.
- 3) Materi pelajaran: Memberi warna dan bentuk kegiatan pembelajaran yang komprehensif, terorganisasi secara sistematis

dan dideskripsikan dengan jelas akan pengaruh juga terhadap intensitas pembelajaran

- 4) Strategi pembelajaran: Pola umum mewujudkan proses pembelajaran yang diyakini efektivitasnya untuk mencapai tujuan pembelajaran.
- 5) Media pembelajaran: Alat yang digunakan pendidik dalam proses pembelajaran untuk membantu penyampaian pesan pembelajaran.
- 6) Penunjang: Fasilitas belajar, buku sumber, alat pelajaran, bahan pelajaran dan semacamnya.

Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran bertujuan membantu peserta didik untuk menciptakan lingkungan belajar yang kondusif di dalam kelas agar peserta didik memperoleh berbagai pengetahuan, ketrampilan, nilai, dan norma sebagai pengendali sikap dan perilaku peserta.

4. Hasil Belajar

Hasil belajar merupakan perubahan perilaku yang diperoleh pembelajar setelah mengalami aktivitas belajar. Perolehan aspek-aspek perubahan perilaku tersebut bergantung pada apa yang dipelajari oleh peserta didik (Rifa'i dan Anni, 2009: 85).

Menurut Bloom (dalam Rifa'i dan Anni, 2009: 86-89) hasil belajar mencakup kemampuan kognitif, afektif, dan psikomotorik.

- a. Ranah kognitif berkaitan dengan hasil berupa pengetahuan, kemampuan dan kemahiran intelektual. Ranah kognitif mencakup kategori pengetahuan, pemahaman, penerapan, analisis, sintesis dan penilaian.

- b. Ranah afektif berkaitan dengan perasaan, sikap, minat dan nilai. Kategori tujuan dari ranah afektif adalah penerimaan, penanggapan, penelitian, pengorganisasian, pembentukan pola hidup.
- c. Ranah psikomotorik berkaitan dengan kemampuan fisik seperti keterampilan motorik dan syaraf, manipulasi objek dan koordinasi syaraf. Kategori dari ranah psikomotorik adalah persepsi, kesiapan, gerakan terbimbing, gerakan terbiasa, gerakan kompleks, penyesuaian dan kreativitas.

Berdasarkan pendapat-pendapat di atas, dapat disimpulkan bahwa hasil belajar adalah perubahan yang timbul akibat aktivitas belajar siswa. Perubahan tersebut mencakup aspek kognitif, afektif dan psikomotorik. Pada intinya hasil belajar merupakan suatu kemampuan, sikap, dan keterampilan yang diperoleh siswa setelah ia menerima perlakuan yang diberikan oleh guru sehingga dapat menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari. Pada penelitian ini indikator keberhasilannya adalah kemampuan/hasil belajar peserta didik yang ditunjukkan dengan nilai tes kognitif pada akhir pembelajaran, setelah peserta didik memperoleh perlakuan dalam proses pembelajaran.

5. Model Pembelajaran

Istilah model diungkapkan secara khusus sebagai kerangka konseptual yang digunakan sebagai pedoman dalam melakukan suatu kegiatan. Dapat ditarik kesimpulan bahwa model pembelajaran adalah kerangka konseptual yang melukiskan prosedur yang sistematis dalam mengorganisasikan pengalaman belajar untuk mencapai tujuan belajar tertentu, dan berfungsi sebagai pedoman bagi para perancang pembelajaran dan para pengajar dalam merencanakan dan

melaksanakan aktivitas belajar mengajar (Soekamto dan Winataputra, 1997: 78-79).

Dasar dari penggunaan model pembelajaran adalah materi pelajaran dan kondisi siswa suatu kelas. Model pembelajaran yang baik adalah dapat memadukan antara metode, strategi, pendekatan, dan teknik pembelajaran terangkai dalam satu kesatuan dan dapat meningkatkan pemahaman siswa akan materi pelajaran.

6. Model Kooperatif Tipe *Number Head Together* (NHT)

Number Heads Together (NHT) pertama kali di kembangkan oleh Spencer Kagan untuk melibatkan lebih banyak siswa dalam mereviu berbagai materi yang dibahas dalam sebuah pelajaran dan untuk memeriksa pemahaman mereka tentang isi pelajaran itu (Arends, 2008: 16).

Menurut Arends (2008: 16) terdapat empat langkah dalam pembelajaran NHT, yaitu:

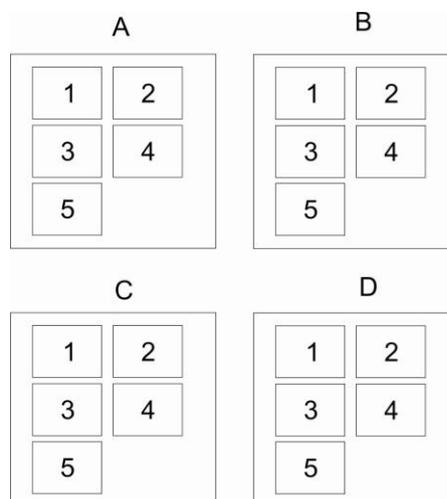
- a. Langkah 1- *Numbering*
Guru membagi siswa menjadi beberapa tim beranggota tiga sampai lima orang dan member nomor sehingga setiap siswa pada masing-masing memiliki nomor antara 1-5.
- b. Langkah 2-*Questioning*
Guru mengajukan sebuah pertanyaan kepada siswa, Pertanyaannya bisa bervariasi dan spesifik.
- c. Langkah 3 – *Heads Together*
Siswa menyatukan “kepalanya” untuk menemukan jawabannya dan memastikan bahwa semua orang tahu jawabannya.
- d. Langkah 4 - *Answering*
Guru memanggil sebuah nomor dan siswa dari masing-masing kelompok yang memiliki nomor itu mengangkat tangannya dan memberikan jawabannya ke hadapan seluruh kelas.

Penggambarannya adalah sebagai berikut: Dalam suatu kelas terdapat 20 siswa.



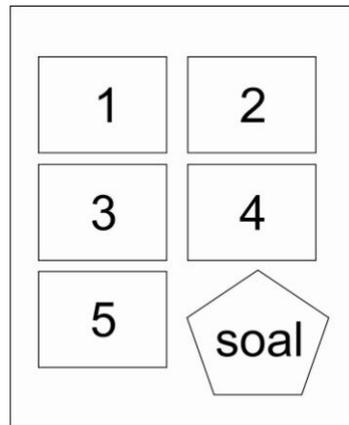
Gambar 2. Guru dan Jumlah Siswa

Kemudian pada langkah awal guru membagi 20 siswa tersebut menjadi 4 kelompok dimana masing-masing kelompok terdiri atas 5 anak dan tiap anak dalam kelompok mendapatkan nomor 1-5 (*numbering*).



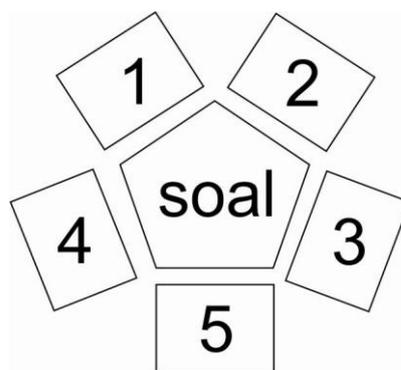
Gambar 3.Langkah *Numbering*

Pada langkah kedua yaitu *questioning*, guru bisa menuliskan pertanyaan di papan tulis atau membagikan berupa lembaran pertanyaan kepada tiap kelompok.



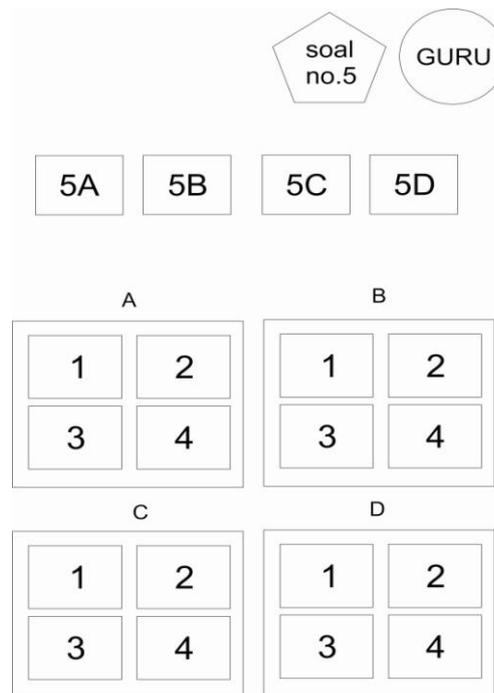
Gambar 4. Langkah *Questioning*

Pada tahap ketiga yakni *head together*, siswa menyatukan pemikiran mereka guna menjawab soal yang diberikan oleh guru dengan cara berdiskusi dan mengerjakan bersama agar soal-soal tersebut dapat terjawab dan masing-masing siswa menjadi paham terhadap materi pelajaran.



Gambar 5. Langkah *Head Together*

Tahap akhir yakni *answering*, guru menyebutkan nomor soal dan siswa dari tiap kelompok yang memiliki nomor yang sama dengan soal harus memaparkan jawabannya di hadapan kelas.



Gambar 6. Langkah *Answering*

Usai siswa menjawab soal yang diberikan guru, guru memberikan kesempatan pada siswa yang memiliki nomor berbeda untuk menyanggah atau memberikan saran kepada siswa yang memaparkan jawaban.

Setelah kegiatan usai, guru memberikan simpulan pembelajaran guna mematangkan pemahaman siswa akan materi yang dipelajari.

7. Modul

Modul merupakan alat atau sarana pembelajaran yang berisi materi, metode, batasan-batasan materi pembelajaran, petunjuk kegiatan belajar, latihan, dan cara mengevaluasi yang dirancang secara sistematis dan menarik untuk mencapai kompetensi yang diharapkan dan dapat digunakan secara mandiri (Hamdani, 2011:219).

Modul pembelajaran berisikan bahan ajar yang disusun secara sistematis dan menarik mencakup isi materi, metode, dan evaluasi yang dapat digunakan secara mandiri. Setiap modul memiliki karakteristik sebagai berikut:

- a. Setiap modul harus memberikan informasi dan petunjuk pelaksanaan yang jelas tentang apa yang harus dilakukan oleh peserta didik, bagaimana melakukan, dan sumber belajar apa yang harus digunakan.
- b. Modul merupakan pembelajaran individual, sehingga mengupayakan untuk melibatkan sebanyak mungkin karakteristik peserta didik.
- c. Pengalaman belajar dalam modul disediakan untuk membantu peserta didik mencapai tujuan pembelajaran seefektif dan seefisien mungkin, serta memungkinkan peserta didik untuk melakukan pembelajaran secara aktif.
- d. Materi pembelajaran disajikan secara logis dan sistematis, sehingga peserta didik dapat mengetahui kapan dia memulai dan kapan mengakhiri suatu modul, dan tidak menimbulkan pertanyaan mengenai apa yang harus dilakukan atau dipelajari.

- e. Setiap modul memiliki mekanisme untuk mengukur pencapaian tujuan belajar peserta didik, terutama untuk memberikan umpan balik bagi peserta didik dalam mencapai ketuntasan belajar.

Beberapa keunggulan pembelajaran dengan sistem modul adalah sebagai berikut (Hamdani, 2011:220):

- 1) Siswa memiliki kesempatan melatih diri belajar secara Mandiri
- 2) Belajar menjadi lebih menarik karena dapat dipelajari di luar kelas dan di luar jam pembelajaran.
- 3) Berkesempatan menguji kemampuan diri dengan mengerjakan latihan yang disajikan didalam modul
- 4) Mampu membelajarkan diri.

8. Sistem Bahan Bakar Motor Diesel

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 700-900^oc. 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.

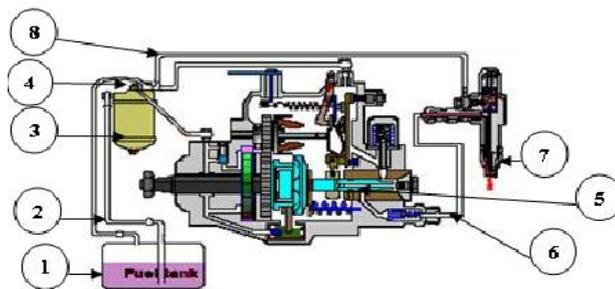
Cara menyemprotan yang kedua ialah injeksi tidak langsung dimana bahan bakar disemprotkan oleh *injection nozzle* ke kamar depan (*precombustion*

chamber). Udara yang dikompresikan oleh torak memasuki kamar pusat dan membentuk aliran *turbulensi* 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 *fuel 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.

Pompa Injeksi Distributor

Pada sistem pompa injeksi bahan bakar dengan pompa injeksi distributor, pompa injeksinya hanya memiliki satu elemen pompa yang melayani empat buah silinder mesin diesel melalui saluran distribusi pada pompa.



Gambar 7. Pompa Injeksi *Distributor*

Keterangan:

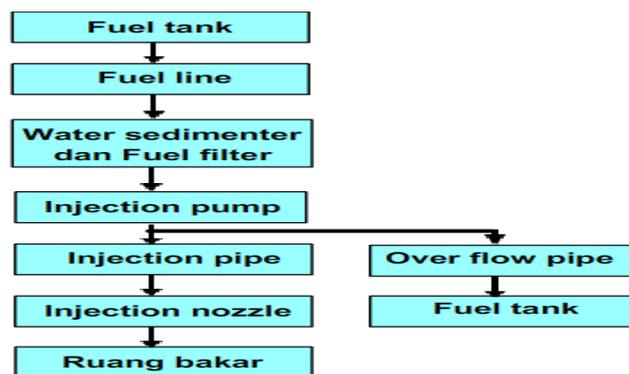
1. *Fuel tank* (tangki bahan bakar)
2. *Fuel line* (pipa bahan bakar)
3. *Water sedimenter* dan *fuel filter*
4. *Priming pump* (pompa priming)

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

Cara kerja dari pompa injeksi tipe distributor adalah sebagai berikut.

Bahan bakar dari tangki dihisap oleh pompa pemindah bahan bakar menuju ke ruang pompa injeksi. Namun sebelum itu bahan bakar harus melewati fuel filter untuk disaring dari kotoran dan melalui water separator untuk memisahkan bahan bakar dengan air yang mungkin terdapat pada tangki. Kemudian pompa menyalurkan bahan bakar untuk dikabutkan oleh nozzle ke dalam ruang bakar guna mendapatkan tenaga pada kendaraan. Bahan bakar yang tidak terbakar akan kembali ke dalam tangki melalui pipa pembalik bahan bakar.

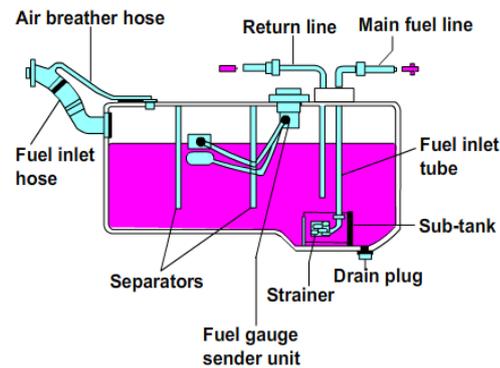
Aliran bahan bakar adalah sebagai berikut.



Gambar 8. Aliran Bahan Bakar Distributor

Komponen Sistem Bahan Bakar Diesel Dan Fungsinya

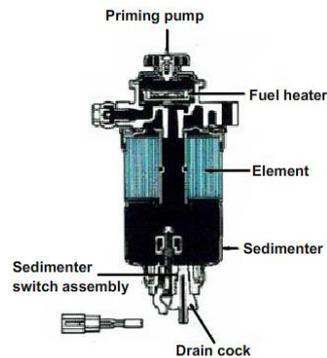
a. Tangki Bahan Bakar (*fuel tank*)



Gambar 9. Tangki Bahan Bakar (*fuel tank*)

Tangki bahan bakar (*fuel tank*) berfungsi untuk menyimpan bahan bakar, terbuat dari plat baja tipis yang bagian dalamnya dilapisi anti karat. Dalam tangki bahan bakar terdapat fuel sender gauge yang berfungsi untuk menunjukkan jumlah bahan bakar yang ada dalam tangki dan juga *separator* yang berfungsi sebagai *damper* bila kendaraan berjalan atau berhenti secara tiba-tiba atau bila berjalan di jalan yang tidak rata. *Fuel inlet* ditempatkan 2 – 3 mm dari bagian dasar tangki, ini dimaksudkan untuk mencegah ikut terhisapnya kotoran dan air.

b. Saringan Bahan Bakar dan *Water Sedimenter*



Gambar 10. Saringan Bahan Bakar Injeksi Tipe *Distributor*

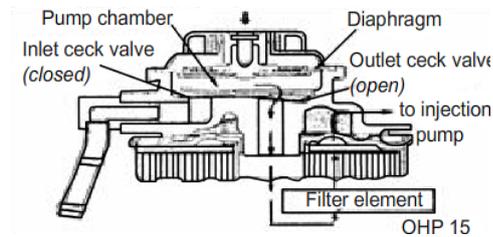
Saringan bahan bakar untuk pompa injeksi tipe *distributor* kebanyakan digabung dengan *priming pump* dan *water sedimenter*. Saringan bahan bakar berfungsi untuk menyaring debu dan kotoran dari bahan bakar. *Priming pump* berfungsi untuk mengeluarkan udara palsu dari sistem bahan bakar (*bleeding*), sedangkan *water sedimenter* berfungsi untuk memisahkan air dari bahan bakar dengan memanfaatkan perbedaan berat jenis. Bila tinggi air dan pelampung naik melebihi batas tertentu maka magnet yang ada pada pelampung akan menutup *reed switch* dan menyalakan lampu *indikator* pada meter kombinasi untuk memperingatkan pengemudi bahwa air telah terkumpul pada *water sedimenter*. *Water sedimenter* mempunyai keran di bawahnya, air dapat dikeluarkan dengan membuka keran dan menggerakkan *priming pump*.

c. Pompa Priming (*Priming Pump*)

Pompa priming berfungsi untuk menghisap bahan bakar dari tangki pada saat mengeluarkan udara palsu dari sistem bahan bakar (*bleeding*).

Cara kerjanya sebagai berikut:

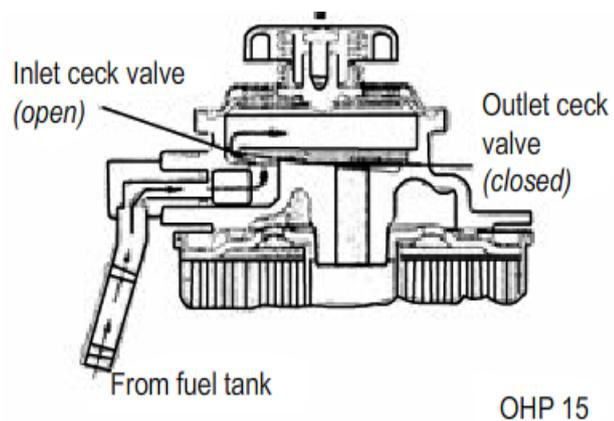
1) **Saat *pump handle* ditekan**



Gambar 11 .*Pump Handle* ditekan

Diafragma bergerak ke bawah menyebabkan *outlet check valve* terbuka dan bahan bakar mengalir ke *fuel filter*. Pada saat yang samainlet *check valve* tertutupmencegah bahan bakar mengalir kembali.

2) **Saat *pump handle* dilepas**

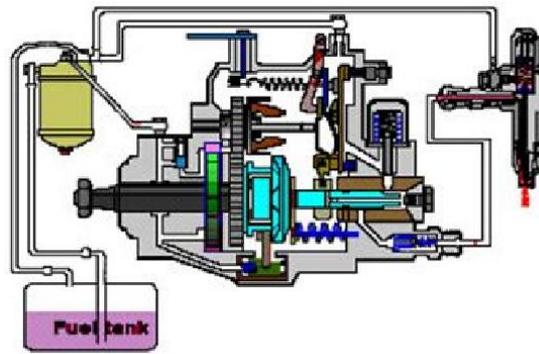


Gambar 12.*Pump Handle* dilepas

Tegangan pegas mengembalikan *diafragma* ke posisi semula dan menimbulkan kevakuman, *inlet valve* terbuka dan bahan bakar masuk ke ruang pompa. Pada saat ini *outlet valve* tertutup.

d. Pompa Injeksi (*Injection Pump*)

- Pompa Injeksi Tipe *Distributor*



Gambar 13. Pompa Injeksi Tipe *Distributor*

Bahan bakar dibersihkan oleh *filter* dan *water sedimenter* dan ditekan oleh *feed pump tipe vane* yang mempunyai 4 *vane*. *Pump plunger* bergerak lurus bolak-balik sambil berputar karena bergeraknya *drive shaft*, *cam plate*, *plunger spring* dan lain-lain. Gerakan *plunger* menyebabkan naiknya tekanan bahan bakar dan menekan bahan bakar melalui *delivery valve* ke *injektion nozzle*. *Mechanical governor* berfungsi untuk mengatur banyaknya bahan bakar yang diinjeksikan oleh *nozzle* dengan menggerakkan *spill ring* sehingga mengubah saat akhir langkah efektif *plunger*. *Pressure timer* berfungsi untuk memajukan saat penginjeksian

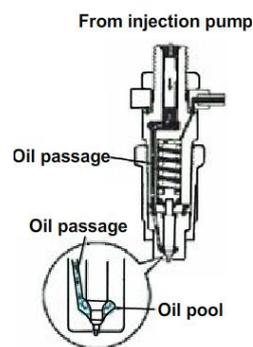
bahan bakar dengan cara mengubah posisi *tappet roller*. *Fuel cut-off solenoid* untuk menutup saluran bahan bakar dalam pompa.

e. *Injection Nozzle*

Injection nozzle terdiri atas *nozzle body* dan *needle*. *Injection nozzle* berfungsi untuk menyemprotkan dan mengabutkan bahan bakar. Antara *nozzle body* dan *needle* dikerjakan dengan presisi dengan toleransi 1/1000 mm (1/40 in). Karena itu, kedua komponen itu dalam proses pengantiannya harus secara bersama-sama.

Cara kerjanya sebagai berikut.

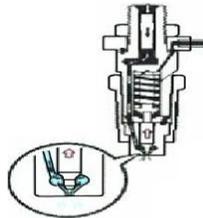
1) Sebelum Penginjeksian



Gambar 14. *Injection Nozzle* Sebelum Peninjeksian

Bahan bakar yang bertekanan tinggi mengalir dari pompa injeksi melalui saluran minyak (*oil passage*) pada *nozzle holder* menuju ke *oil pool* pada bagian bawah *nozzle body*.

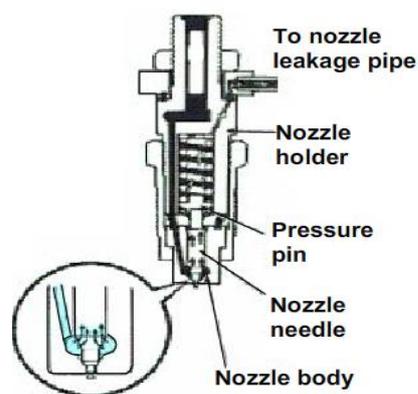
2) Penginjeksian Bahan Bakar



Gambar 15. *Injection Nozzle* Saat Penginjeksian Bahan Bakar

Bila tekanan bahan bakar pada *oil pool* naik, ini akan menekan permukaan ujung *needle*. Bila tekanan ini melebihi kekuatan pegas, maka *nozzle needle* akan terdorong ke atas dan menyebabkan *nozzle* menyemprotkan bahan bakar.

3) Akhir Penginjeksian



Gambar 16. *Injection Nozzle* Akhir Peninjeksian

Bila pompa injeksi berhenti mengalirkan bahan bakar, tekanan bahan bakar turun, dan *pressure spring* mengembalikan *nozzle needle* ke

posisi semula (menutup saluran bahan bakar).Sebagian bahan bakar yang tersisa antara *nozzle needle* dan *nozzle body*, melumasi semua komponen dan kembali ke *over flow pipe*.

f. Busi Pemanas

Bila mesin diesel dihidupkan dalam keadaan dingin, ruang bakarnya masih dalam keadaan dingin dan tekanan udara kadang-kadang panasnya kurang untuk membakar bahan bakar sehingga mesin sukar dihidupkan.Problem ini sering terjadi pada mesin-mesin diesel yang dilengkapi dengan ruang tambahan (*auxiliary chamber*), hal ini disebabkan luas areal ruang bakar yang besar.Dengan alasan ini, diperlukan busi pijar pada ruang bakar mesin diesel tipe ruang tambahan.Arus listrik dialirkan ke busi pijar sebelum dan selama mesin dihidupkan untuk memanaskan ruang bakar, dengan demikian dapat diatur temperatur udara yang dikompresikan pada tingkat yang cukup tinggi.Sebagian besar sistem injeksi langsung tidak mempunyai busi pijar, disebabkan mempunyai luas permukaan yang kecil dan sedikit sekali panas yang hilang.Di areal yang dingin, temperatur udara luar kadang-kadang sangat rendah dan mesin sukar dihidupkan.Dengan alasan ini, pada beberapa mesin diesel dilengkapi dengan *intake air heater* yang berfungsi untuk menaikkan temperatur udara masuk.

g. Prosedur pemeliharaan sistem bahan bakar Diesel:

- 1) Penggantian Saringan Bahan Bakar

Kendorkan saringan solar yang bekas dengan memutar berlawanan arah jarum jam menggunakan kunci saringan.

- a) Bersihkan permukaan atasnya agar saringan yang baru dapat dipasang dengan sebaik-baiknya.
 - b) Oleskan oli mesin pada O-ring
 - c) Isi solar kedalam saringan yang baru untuk memudahkan buang angin.
 - d) Pasang dengan memutar saringan solar sampai O-ringnya terpasang dengan baik. Hati-hati jangan sampai solarnya tumpah.
 - e) Gunakan kunci saringan untuk mengencangkannya lagi antara 1/3 sampai 2/3 putaran.
 - f) Operasikan pompa tangan untuk mengeluarkan anginnya dari saluran bahan bakar.
- 2) Prosedur Buang Angin Pada Sistem Bahan Bakar
- a) Kendorkan baut pembuang angin pada pompa injeksi.
 - b) Pompalah pompa tangan sampai solar beserta anginnya keluar.
 - c) Kencangkan kembali baut pembuang angin.

Hidupkan mesin. Putar mesin sampai 10 detik atau sampai mesin hidup. Apabila mesin tidak hidup dalam waktu 10 detik ulangi langkah penggantian saringan bahan bakar.

- 3) Prosedur buang air pada *Pre-fuel filter*.

Lampu *indicator volume* air pada *meter kombinasi* menyala apabila ketinggian air dalam *water sedimenter* melebihi batas

spesifikasinya. Keluarkan air dan benda asing dari *water sedimenter* dengan prosedur sebagai berikut:

- a) Letakkan ujung selang plastik (letaknya dibawah *drain plug*) ke dalam penampung.
 - b) Kendorkan tutup pembuang udara dan tutup pembuang air kemudian buanglah airnya.
 - c) Setelah airnya dibuang kencangkan kembali tutup pembuang udara dan tutup pembuang air.
 - d) Kemudian operasikan pompa tangan pada pompa injeksi untuk membuang angin pada saluran bahan bakar.
 - e) Setelah menghidupkan mesin, periksa apakah ada kebocoran solar pada *drain plug*.
- 4) Pemeliharaan/ Servis *Nozzle* Pengabut.
- a) Gunakan *nozzle tester* untuk memeriksa tekanan awal *nozzle*. Spesifikasi besarnya tekanan awal dapat dilihat pada buku manualnya. Apabila tekanan *nozzle* di atas atau di bawah tekanan spesifikasinya, *nozzle* harus distel atau diganti.
 - b) periksa kondisi pengabutan. Jika kondisi pengabutan tidak baik, *nozzle* harus distel atau diganti.

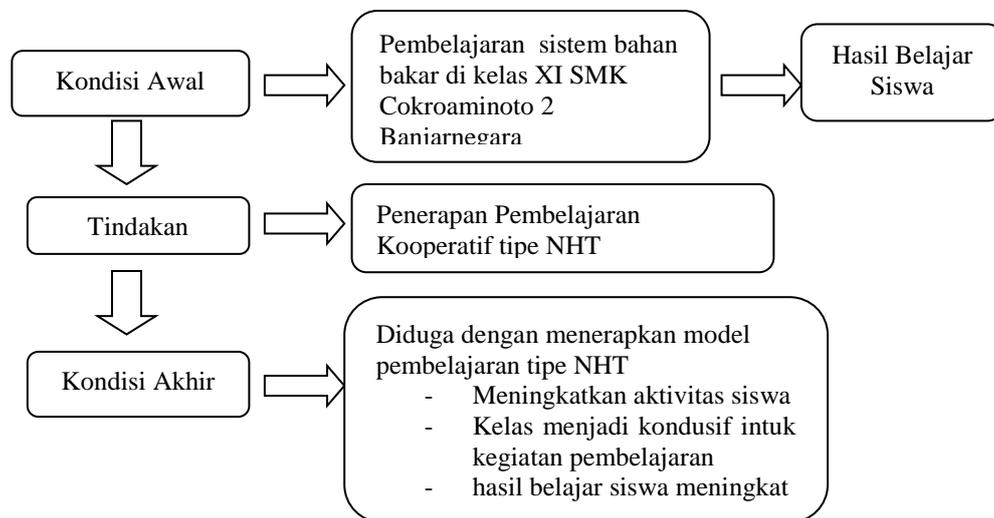
B. KERANGKA BERPIKIR

Hasil belajar merupakan indikator keberhasilan suatu proses pembelajaran. Banyak faktor yang mempengaruhi proses belajar, diantaranya faktor intern dan ekstern. Salah satu pendukung hasil belajar yaitu dengan

menggunakan model pembelajaran yang dapat merangsang siswa untuk bersemangat dalam proses pembelajaran.

Pembelajaran Kooperatif tipe NHT merupakan model pembelajaran yang menekankan pada partisipasi dan aktivitas siswa secara berkelompok yang terkoordinasi untuk menyelesaikan permasalahan yang di berikan oleh guru dari berbagai sumber belajar. Siswa menjadi terkoordinir dalam kelompok kecil, dan mereka akan saling bekerja sama guna menyelesaikan semua permasalahan yang diberikan oleh guru.

Dengan demikian proses masing-masing siswa dalam kelompok menjadi terfokus untuk mendalami materi pelajaran guna menyelesaikan permasalahan yang guru berikan. Skema kerangka berfikir dalam penelitian, dapat ditunjukkan dengan bagan berikut ini:



Bagan 1.Kerangka Berfikir Penelitian

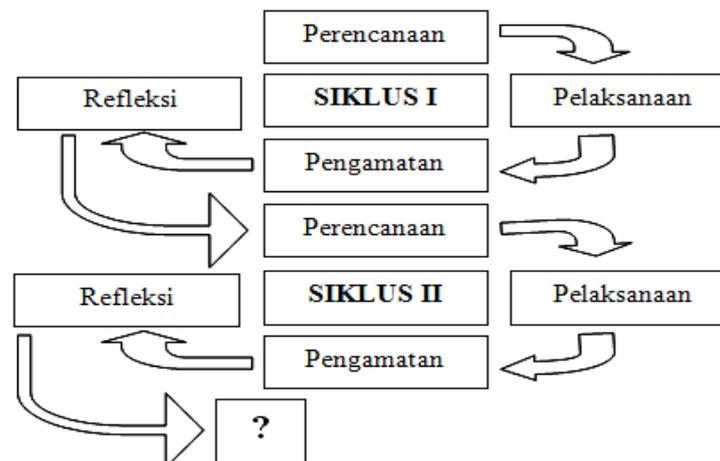
BAB III

METODE PENELITIAN

A. RANCANGAN PENELITIAN

Rancangan yang ditetapkan dalam penelitian ini adalah Penelitian Tindakan Kelas. Suyadi (2011: 18) menyatakan PTK adalah pencermatan dalam bentuk tindakan terhadap kegiatan belajar yang sengaja dimunculkan dan terjadi dalam sebuah kelas secara bersamaan.

Menurut Arikunto (2009: 16) secara garis besar terdapat empat tahapan yang lazim dilalui yaitu perencanaan, pelaksanaan, pengamatan, dan refleksi. Tahapan PTK menurut Arikunto digambarkan dalam skema berikut:



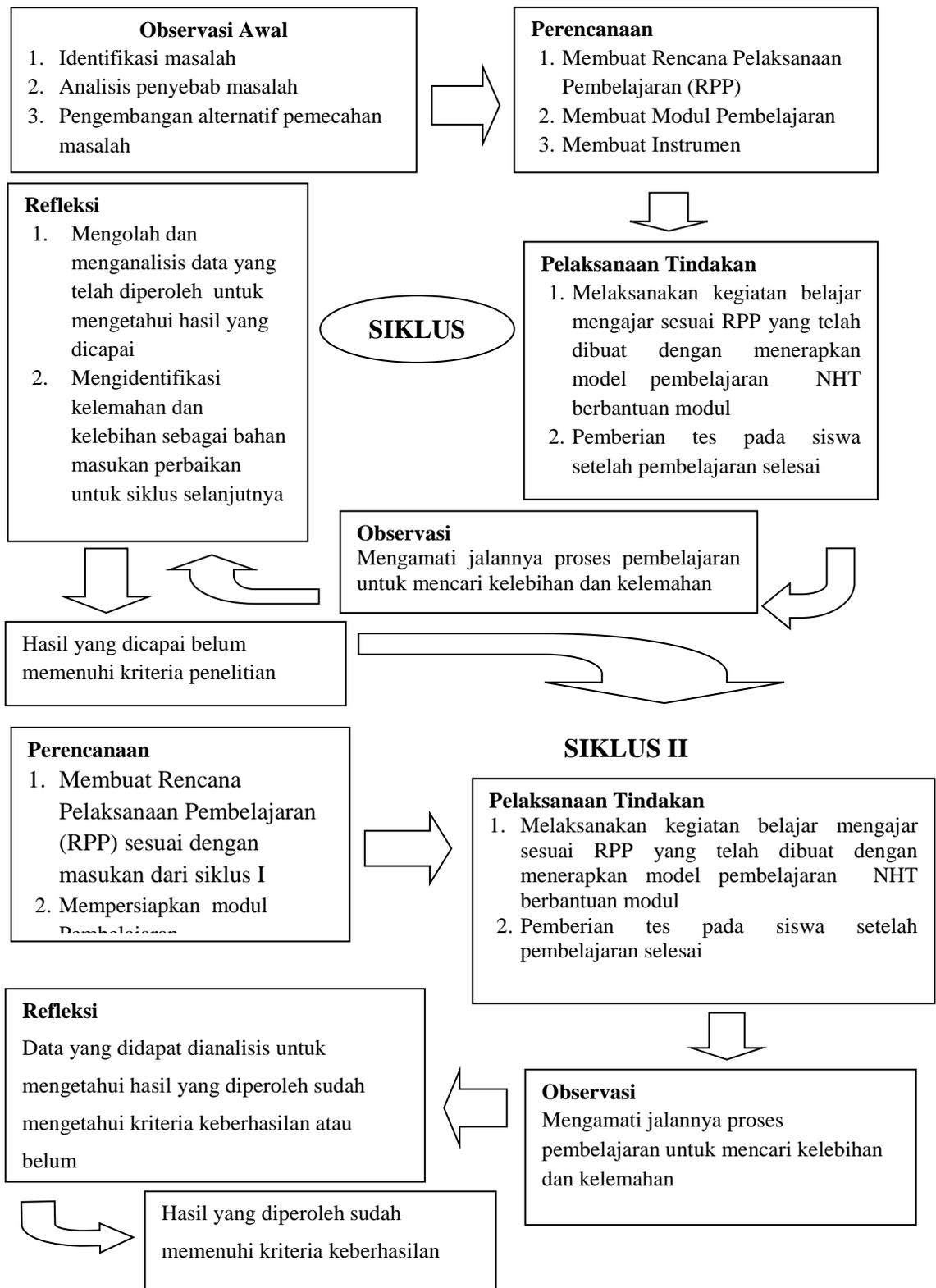
Bagan 2. Alur PTK (Arikunto, 2009:16)

Penelitian Tindakan Kelas merupakan penelitian yang dilaksanakan secara bersiklus. Masing-masing siklus terdiri atas empat tahapan, yaitu: (1) perencanaan, (2) pelaksanaan tindakan, (3) observasi, dan (4) refleksi. Keempat tahapan tersebut harus terencana sebaik mungkin agar penelitian dapat terlaksana dan mendapatkan hasil sesuai dengan keinginan peneliti.

Penelitian ini direncanakan dalam dua siklus pembelajaran. Pada tahap perencanaan peneliti menentukan titik atau fokus masalah yang perlu mendapatkan perhatian khusus untuk dicermati, kemudian membuat RPP, instrumen, serta mempersiapkan sarana dan prasarana pembelajaran yang dibutuhkan. Isi rancangan yang telah dibuat pada tahap perencanaan kemudian diterapkan pada tahap pelaksanaan tindakan dalam bentuk proses pembelajaran.

Selanjutnya adalah tahap observasi. Pada tahap ini dilaksanakan pengamatan terhadap proses pembelajaran untuk mencari kelebihan dan kelemahan saat tindakan perbaikan itu berlangsung. Refleksi merupakan evaluasi dari kegiatan pembelajaran yang telah dilaksanakan. Refleksi bersumber dari hasil pengamatan pelaksanaan kegiatan pembelajaran. Kelebihan dan kelemahan dari siklus ini kemudian diidentifikasi dan digunakan sebagai bahan masukan dalam perencanaan siklus berikutnya.

Perencanaan penelitian penerapan model pembelajaran NHT berbantuan modul untuk meningkatkan hasil belajar siswa dijelaskan dalam bagan berikut:



Bagan 3. Alur Penelitian

B. SUBJEK DAN VARIABEL PENELITIAN

1. Subjek Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di SMK Cokroaminoto 2 Kabupaten Banjarnegara. Subjek penelitian adalah siswa kelas XI TMO 7 SMK Cokroaminoto 2 Banjarnegara tahun ajaran 2014/2015 yang berjumlah 37 siswa.

2. Variabel Penelitian

Didefinisikan oleh Arikunto (2010: 161) variabel adalah objek penelitian atau apa yang menjadi titik perhatian suatu penelitian.

Dalam penelitian ini, terdapat dua variabel, yaitu variabel bebas dan terikat. Variabel yang mempengaruhi disebut variabel penyebab, variabel bebas atau *independent variable*, sedangkan variabel akibat disebut variabel tidak bebas variabel tergantung, variabel terikat atau *dependent variable* (Arikunto, 2010: 162). Penjabarannya adalah sebagai berikut:

- a. Variabel bebas (*independent variable*) merupakan variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahannya atau timbulnya variabel dependen (terikat). Variabel bebas dalam penelitian ini adalah penerapan model pembelajaran NHT berbantuan modul.
- b. Variabel terikat (*dependent variable*) merupakan variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat, karena adanya variabel bebas. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah hasil belajar siswa pada kompetensi dasar sistem bahan bakar diesel.

C. METODE PENGUMPULAN DATA

Metode pengumpulan data adalah suatu cara untuk memperoleh keterangan atau kenyataan yang benar mengenai objek yang diteliti, sehingga data dapat dipertanggungjawabkan. Metode yang digunakan untuk mengumpulkan data dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Metode Dokumentasi

Dokumen merupakan catatan peristiwa yang sudah berlalu. Dokumen bisa berbentuk tulisan, gambar, atau karya-karya monumental dari seseorang. Dokumen yang berbentuk tulisan misalnya catatan harian, sejarah kehidupan, ceritera, biografi, peraturan, kebijakan. Dokumen yang berbentuk gambar, misalnya foto, gambar hidup, sketsa, dan lain-lain. Dokumen yang berbentuk karya misalnya karya seni, yang dapat berupa gambar, patung, film, dan lain-lain. (Sugiyono, 2012: 329).

Dokumentasi dilakukan untuk memperkuat data yang diperoleh dalam observasi. Dokumen yang digunakan dalam penelitian ini berupa nama siswa, data awal hasil evaluasi kemampuan siswa, dan foto yang diambil saat penelitian berlangsung.

2. Metode Tes

Menurut Arikunto (2010: 193) tes adalah serentetan pertanyaan atau latihan serta alat lain yang digunakan untuk mengukur keterampilan, pengetahuan, intelegensi, kemampuan atau bakat yang dimiliki oleh individu atau kelompok.

Metode tes dalam penelitian ini digunakan untuk mengukur kemampuan dasar dan pencapaian hasil belajar. Tes diberikan kepada siswa secara individu pada akhir pembelajaran siklus I dan II untuk mengetahui

peningkatan nilai yang terjadi. Jenis tes yang digunakan dalam penelitian ini adalah tes tertulis. Tes tertulis yang digunakan adalah soal-soal pilihan ganda.

D. KISI-KISI INSTRUMEN

Dalam pembuatan instrumen penelitian ini mengacu pada indikator soal atau kisi-kisi. Kisi-kisi dari tes kompetensi dasar Pemeliharaan sistem bahan bakar mesin diesel yang akan dibuat adalah seperti terlihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 1. Kisi-kisi Materi Prinsip Kerja Mesin Diesel dan Komponen Sistem Injeksi Bahan Bakar dan Cara Pemeliharaannya.

No	Kompeteni Dasar	Indikator	No. Butir	Jumlah butir
1	Pemeliharaan sistem bahan bakar diesel	a) Prinsip kerja bahan bakar diesel	1,2,3,4,5,6	6
		b) Proses pembakaran pada mesin diesel	7,8,9,10,11,12	6
		c) Bentuk ruang bakar pada mesin diesel	13,14,15,16,17,18	6
		d) Penyaluran bahan bakar pada mesin diesel	19,20,21,22,23,24,25	7
		e) Sistem injeksi bahan bakar diesel	1,2,3,4,5	5
		f) Fungsi sistem injeksi bahan bakar	6,7,8,9,10	5
		g) Syarat sistem injeksi bahan bakar	11,12,13,14,15	5
		h) Komponen sistem injeksi bahan bakar	16,17,18,19,20	5
		i) Pemeliharaan pada komponen sistem injeksi bahan bakar	21,22,23,24,25	5

E. PENILAIAN INSTRUMEN

Setelah perangkat tes disusun, maka soal tersebut diuji cobakan dan hasilnya dicatat dengan cermat. Pada penelitian ini, uji coba dilakukan pada siswa kelas XI TMO 7 SMK Cokroaminoto 2 Banjarnegara yang sudah mendapatkan pembelajaran sistem bahan bakar diesel sebanyak 29 siswa. Setelah itu soal-soal dianalisis untuk mengetahui soal-soal yang valid, reliabel, memenuhi indeks kesukaran dan memenuhi daya beda soal.

1. Uji Validitas Butir Tes

Validitas adalah suatu ukuran yang menunjukkan tingkat-tingkat kevalidan atau kesahihan sesuatu instrumen. Suatu instrumen yang valid atau sah mempunyai validitas tinggi. Sebaliknya, instrumen yang kurang valid berarti memiliki validitas rendah.

Sebuah instrumen dikatakan valid apabila mampu mengukur apa yang diinginkan. Sebuah instrumen dikatakan valid apabila dapat mengungkap data dari variabel yang diteliti secara tepat. (Arikunto, 2010: 211).

Terdapat beberapa teknik yang dapat digunakan untuk menghitung besarnya validitas suatu item atau butir soal. Uji validitas dalam penelitian ini menggunakan rumus r_{pbis} sebagai berikut:

$$r_{pbis} = \frac{M_p - M_t}{S_t} \sqrt{p}$$

Keterangan :

- r_{pbis} = Koefisien *Point Biserial*
- M_p = Mean skor dari subjek-subjek yang menjawab betul item yang dicari korelasinya dengan tes
- M_t = Mean skor total (skor rata-rata dari pengikut tes)

S_t = Standart deviasi skor total
 P = Proporsi subjek yang menjawab betul item tersebut
 Q = $1 - p$

(Arikunto, 2010: 326-327)

Tabel 2. Hasil Perhitungan Validitas Soal Instrumen I

No	Kategori	Jumlah Soal	Nomor Soal
1	Valid	20	1,2,3,4,6,7,8,9,10,12,14,15,16,17,18,19,21, 22,23,25
2	Tidak Valid	5	5,11,13,20,24

Tabel 3. Hasil Perhitungan Validitas Soal Instrumen II

No	Kategori	Jumlah Soal	Nomor Soal
1	Valid	20	1,2,3,4,6,7,9,10,11,12,14,15,16,17,19,20, 21,23,24
2	Tidak Valid	5	5,8,13,18,25

(Keterangan mengenai uji validitas butir tes lebih lanjut dapat dilihat pada lampiran).

2. Uji Reliabilitas Tes

Reliabilitas menunjuk pada satu pengertian bahwa sesuatu instrumen cukup dapat dipercaya untuk digunakan sebagai alat pengumpul data karena instrumen tersebut sudah baik. (Arikunto, 2010: 221). Reliabilitas suatu tes dapat diketahui dengan uji reliabilitas. Uji reliabilitas dalam

penelitian ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus Kuder-Richardson (KR-21):

$$r_{11} = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(1 - \frac{M(k-M)}{kV_t} \right)$$

Keterangan:

r_{11} = Reliabilitas instrumen

k = Banyaknya butir soal atau butir pertanyaan

M = Skor rata-rata

V_t = Varians total

(Arikunto 2010: 232)

(Hasil reliabilitas tes dapat dilihat pada lampiran)

Kriteria pengujian reliabilitas tes yaitu setelah didapatkan harga r_{11} kemudian harga r_{11} dibandingkan dengan harga r pada tabel pada taraf 5%. Jika $r_{hitung} > r_{tabel}$ maka item tes yang diujicobakan reliabel.

Untuk lebih jelasnya pemberian interpretasi terhadap koefisien reliabilitas tes KR-21 pada umumnya digunakan patokan sebagai berikut:

- a. Apabila K-21 sama atau lebih besar dari 0,50 berarti tes hasil belajar yang sedang diuji reliabilitasnya dinyatakan telah memiliki reliabilitas yang tinggi (*reliabel*).
- b. Apabila KR-21 lebih kecil dari 0,50 berarti bahwa tes hasil belajar yang sedang diuji reliabilitasnya dinyatakan belum memiliki reliabilitas yang tinggi (*unreliabel*).

3. Taraf Kesukaran Soal

Soal yang baik adalah soal yang tidak terlalu mudah atau tidak terlalu sukar. Soal yang terlalu mudah tidak merangsang siswa untuk mempertinggi usaha me-mecahkannya. Sebaliknya soal yang terlalu sukar akan menyebabkan siswa menjadi putus asa dan tidak mempunyai semangat untuk mencoba lagi karena diluar jangkauannya. (Arikunto 2012: 222).

Rumus yang digunakan untuk mengetahui taraf kesukaran:

$$P = \frac{B}{JS}$$

JS

Keterangan:

P = Indeks kesukaran butir soal

B = Banyaknya siswa yang menjawab benar

JS = Jumlah siswa peserta tes

(Arikunto 2012: 223)

Tabel 4. Klasifikasi Taraf Kesukaran Soal

Interval	Kriteria Taraf Kesukaran
$0,00 \leq P \leq 0,30$	Sukar
$0,31 \leq P \leq 0,70$	Sedang
$0,71 \leq P \leq 1,00$	Mudah

(Arikunto 2012: 225)

Tabel 5. Hasil Perhitungan Taraf Kesukaran Soal Instrumen I

No	Kategori	Jumlah Soal	Nomor Soal
1	Terlalu Mudah	0	-
2	Mudah	19	1,2,3,5,6,7,9,11,12,13,14,15,16,17,19,21,22,24,25
3	Sedang	6	4,8,10,18,20,23
4	Sukar	0	-

Tabel 6. Hasil Perhitungan Taraf Kesukaran Soal Instrumen

No	Kategori	Jumlah Soal	Nomor Soal
1	Terlalu Mudah	0	—
2	Mudah	17	2,3,4,5,6,8,10,12,13,15,16,17,18,19,20,23,25
3	Sedang	6	1,7,11,14,22,24
4	Sukar	2	9,21

(Hasil perhitungan taraf kesukaran soal instrumen lebih lanjut dapat dilihat pada lampiran.)

4. Daya Pembeda Butir Soal

Daya pembeda soal adalah kemampuan sesuatu soal untuk membedakan antara siswa yang pandai (berkemampuan tinggi) dengan siswa yang bodoh (berkemampuan rendah). Angka yang menunjukkan besarnya daya pembeda disebut indeks diskriminasi disingkat D(d besar). Seperti halnya indeks kesukaran, indeks diskriminasi (daya pembeda)Ini berkisar antara 0,00 sampai 1,00. (Arikunto, 2012:226).

Rumus untuk menghitung daya pembeda tiap butir soal adalah:

$$D = \frac{B_A}{J_A} - \frac{B_B}{J_B} = P_A - P_B$$

Keterangan:

- D = daya pembeda
- J_A = jumlah yang benar pada butir soal kelompok atas.
- J_B = jumlah yang benar pada butir soal kelompok bawah.
- B_A = banyaknya peserta kelompok atas yang menjawab soal dengan benar
- B_B = banyaknya peserta kelompok bawah yang menjawab soal dengan benar
- P_A = Proporsi kelompok atas yang menjawab benar
- P_B = Proporsi kelompok bawah yang menjawab benar

(Arikunto, 2012:228)

Kriteria soal-soal yang dapat dipakai sebagai instrumen berdasarkan daya pembedanya diklasifikasikan sebagai berikut.

Tabel 7. Klasifikasi Daya Pembeda

Indek Daya Pembeda (DP)	Kriteria Daya Pembeda Soal
$0,00 \leq DP \leq 0,20$	Jelek
$0,21 \leq DP \leq 0,40$	Cukup
$0,41 \leq DP \leq 0,70$	Baik
$0,71 \leq DP \leq 1,00$	Baik sekali

(Arikunto, 2012:232)

Tabel 8. Hasil Perhitungan Daya Pembeda Soal Instrumen I

No	Kategori	Jumlah Soal	Nomor Soal
1	Sangat Jelek	0	—
2	Jelek	5	5,7,11,13,24
3	Cukup	11	1,2,3,8,9,12,14,15,17,20,21
4	Baik	9	4,6,10,16,18,19,22,23,25
5	Sangat Baik	0	—

Tabel 9. Hasil Perhitungan Daya Pembeda Soal Instrumen II

No	Kategori	Jumlah Soal	Nomor Soal
1	Sangat Jelek	0	—
2	Jelek	5	5, 8, 13, 18, 25
3	Cukup	11	2,3,4,7,9,10,12,15,17,21,22
4	Baik	9	1,6,11,14,16,19,21,23,24
5	Sangat Baik	0	—

(Hasil perhitungan daya pembeda lebih lengkapnya dapat dilihat pada lampiran)

Bila daya pembeda (DP) bernilai negatif, soal tersebut tidak baik. Apabila ada butir soal memiliki nilai daya pembeda (DP) negatif, sebaiknya soal tersebut tidak digunakan.

5. Analisis Uji Coba Soal

Analisis uji coba soal digunakan untuk mengetahui soal yang layak dan soal yang tidak layak digunakan sebagai instrumen evaluasi hasil pembelajaran. Soal yang dipakai yaitu soal yang memenuhi kriteria valid, reliabel, daya beda minimal cukup, dan soal yang tidak terlalu sukar atau terlalu mudah.

F. METODE ANALISIS DATA

Data yang diperoleh dianalisis dengan cara menghitung skor, rata-rata nilai dan ketuntasan belajar klasikal. Adapun rumus yang digunakan adalah:

1. Mencari Nilai Rerata (Mean)

Sugiyono (2012b:49), menyatakan bahwa untuk mencari nilai rata-rata satu kelas, yaitu dengan rumus sebagai berikut.

$$Me = \frac{\sum x_i}{n}$$

Keterangan:

Me = Nilai rata-rata

\sum = Epsilon (baca Jumlah)

x_i = Nilai x ke i sampai ke n

N = jumlah individu

G. INDIKATOR KEBERHASILAN

Penelitian ini dikatakan berhasil apabila terjadi peningkatan hasil belajar siswa kelas XI TMO 7 SMK Cokroaminoto 2 Banjarnegara pada kompetensi dasar sistem bahan bakar diesel dengan kriteria yaitu nilai rata-rata yang dihasilkan lebih dari KKM (Kriteria Ketuntasan Minimal = 70) dan siswa yang mendapat nilai ≥ 70 minimal sejumlah 75% dari keseluruhan jumlah siswa yang dijadikan subjek penelitian. Rentang penilaian yang menjadi acuan adalah sebagai berikut.

Tabel 10. Kriteria Ketuntasan Belajar Siswa Individual

Rentang Nilai	Kategori
≥ 70	Tuntas
< 70	Tidak Tuntas

(Sumber: KKM Mata Pelajaran Perbaikan Motor Otomotif SMK Cokroaminoto 2 Banjarnegara)

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. HASIL PENELITIAN SIKLUS I

1. Perencanaan

- a. Menyusun instrumen penelitian untuk siklus I, diantaranya kisi-kisi soal tes dan soal tes siklus I yang sebelumnya sudah diuji cobakan terlebih dahulu.
- b. Membuat RPP siklus I pada kompetensi dasar pemeliharaan sistem bahan bakar diesel.
- c. Berkoordinasi dengan guru terkait penerapan model pembelajaran *Numbered Head Together (NHT)* berbantuan modul.

2. Pelaksanaan Tindakan

Siklus I dilaksanakan dalam satu kali pertemuan selama 2 jam pelajaran (2x45 menit) pada tanggal 15 Agustus 2014 pukul 07.00-08.30 WIB, diikuti oleh 37 siswa kelas XI TMO 7. Dalam hal ini peneliti bertindak sebagai pembantu guru dan juga sebagai pengamat, sedangkan yang bertindak sebagai pengajar adalah guru mata pelajaran Pemeliharaan Sistem Bahan Bakar Motor Diesel atau guru pengampu mata pelajaran tersebut di SMK Cokroaminoto 2 Banjarnegara. Model pembelajaran yang diterapkan dalam pembelajaran adalah model pembelajaran *Numbered Head Together (NHT)*. Kemudian dalam

pelaksanaannya di SMK Cokroaminoto 2 Banjarnegara, model pembelajaran NHT dibantu dengan penggunaan modul yang dikembangkan peneliti untuk membantu siswa dalam memecahkan masalah selama pembelajaran berkelompok.

Pada siklus I guru membuka pelajaran dengan memberikan salam, kemudian guru mempresensi kehadiran siswa. Siswa diminta guru untuk menyiapkan alat tulis dan buku yang diperlukan selama pembelajaran. Setelah siswa siap untuk mengikuti pembelajaran, langkah selanjutnya yaitu guru menjelaskan materi prinsip kerja sistem bahan bakar diesel secara garis besarnya saja. Setelah penjelasan materi, guru mengelompokkan siswa menjadi sembilan kelompok heterogen yang beranggotakan empat-lima siswa tiap kelompok. Masing-masing siswa dalam kelompok diberi nomor (*Numbering*). Kesembilan kelompok tersebut diberikan permasalahan dalam bentuk lembar kerja (*Questioning*). Kemudian siswa berdiskusi untuk menyelesaikan masalah pada lembar kerja yang telah dibagikan kepada kelompok (*Head Together*). Tiap kelompok diberi modul yang dibuat peneliti untuk mempermudah dalam menyelesaikan masalah pada lembar kerja siswa.

Pada proses pelaksanaan siklus I, terlihat beberapa siswa kurang berperan aktif dalam menyelesaikan soal-soal dalam kelompok, sehingga tahapan berfikir bersama (*Head Together*) belum membuahkan hasil yang maksimal. Pada proses pembelajaran, masih ada siswa yang sibuk dengan kegiatannya sendiri dan mengandalkan teman dalam satu

kelompok untuk menyelesaikan permasalahan dari guru. Hal tersebut mengakibatkan waktu untuk menyelesaikan permasalahan pun menjadi bertambah lama.

Tahap selanjutnya yaitu guru memanggil sebuah nomor yang dimiliki oleh siswa pada masing-masing kelompok untuk mempresentasikan jawaban dari hasil berfikir bersama mereka (*Answering*). Ketika proses presentasi berlangsung beberapa siswa masih ada yang berbicara sendiri dan tidak memperhatikan teman yang sedang mempresentasikan jawaban mereka.

Setelah proses presentasi hasil berfikir bersama siswa selesai, guru kemudian memberikan konfirmasi dan penguatan dalam pembelajaran. Sebelum pembelajaran diakhiri, guru membubarkan kesembilan kelompok tersebut dan memberikan siswa soal evaluasi tes siklus I untuk mengetahui kemampuan siswa kelas XI TMO 7.

3. Observasi

Selama kegiatan belajar mengajar berlangsung, diadakan observasi terhadap aktivitas siswa untuk mengetahui keaktifan siswa dalam proses pembelajaran. Peneliti bertindak sebagai observer dalam mengobservasi keaktifan siswa menggunakan lembar observasi siklus I. Terdapat lima aspek yang diobservasi pada penilaian keaktifan ini, diantaranya adalah:

- a. Kehadiran di kelas
- b. Perhatian dalam mengikuti pembelajaran
- c. Keaktifan dalam berdiskusi kelompok

- d. Keaktifan dalam bertanya dan menjawab pertanyaan
- e. Menghargai pendapat orang lain

Untuk kriteria penilaian setiap aspek dapat dilihat pada lampiran.

Data tentang keaktifan siswa siklus I dapat dilihat pada tabel 12 di bawah ini, sedangkan untuk data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 11. Data keaktifan siswa siklus I

No	Pencapaian	Hasil siklus I
1	Skor tertinggi	20
2	Skor terendah	11
3	Rata-rata skor siswa	15,91
4	Prosentase tertinggi	80 %
5	Prosentase terendah	44 %
6	Rata-rata keaktifan	64 %

Berdasarkan data lembar observasi keaktifan siklus I diketahui bahwa aspek keaktifan bertanya dan menjawab pertanyaan siswa adalah aspek yang paling rendah dan harus diperbaiki di siklus II. Dari data keaktifan siswa siklus I dapat diketahui bahwa pembelajaran belum berhasil, karena indikator rata-rata keaktifan siswa yang ditetapkan $\geq 70\%$, sedangkan rata-rata keaktifan siswa pada siklus I hanya 64%. Hal ini masih belum memenuhi harapan. Oleh karena itu, perlu adanya perbaikan pada siklus selanjutnya.

4. Refleksi

Berdasarkan hasil penelitian siklus I dapat diketahui bahwa hasil belajar siswa pada standar kompetensi prinsip kerja mesin diesel belum memuaskan. Rata-rata hasil belajar siswa pada siklus I mencapai 61,4 sedangkan untuk ketuntasan belajar masih 48,65%. Hasil ini belum baik, karena siswa masih banyak yang belum tuntas KKM. Data tentang hasil belajar siswa siklus I dapat dilihat pada tabel 13 dibawah ini sedangkan untuk data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 12. Hasil belajar siswa siklus I

No	Pencapaian	Hasil siklus I
1	Nilai tertinggi	85
2	Nilai terendah	30
3	Nilai rata-rata	61,4
4	Tuntas	18
5	Belum tuntas	19
6	Ketuntasan Belajar	48,65 %

Dari hasil tes siklus I dalam tabel diatas yang berhasil mencapai batas KKM (≥ 70) baru 18 siswa dari 37 siswa atau 48,65 %, selebihnya 19 siswa atau 51,35% masih belum tuntas. Hal ini berarti masih belum memenuhi harapan, karena indikator penelitian tindakan kelas ini adalah apabila 75% dari jumlah siswa mencapai KKM yaitu ≥ 70 .

Hasil nontes yang berupa lembar observasi juga diperoleh nilai yang belum memuaskan, yaitu nilai rata-rata keaktifan siswa sebesar 64%. Selain itu, masih banyak permasalahan yang didapat saat proses pembelajaran dengan menggunakan model NHT berbantuan modul pada

siswa kelas XI TMO 7 SMK Cokroaminoto 2 Banjarnegara, diantaranya sebagai berikut:

- a. Keaktifan siswa dalam mengikuti kegiatan pembelajaran dengan menggunakan model NHT berbantuan modul masih belum terlalu terlihat, karena banyak siswa yang belum bisa menyesuaikan diri dengan kegiatan pembelajaran tersebut. Ini disebabkan model pembelajaran tersebut baru pertama kali diterapkan di SMK Cokroaminoto 2 Banjarnegara khususnya pada kelas XI TMO 7, sehingga guru perlu memberikan gambaran lagi mengenai pembelajaran dengan model ini. Diharapkan nantinya siswa lebih aktif dalam mengikuti kegiatan pembelajaran.
- b. Siswa masih pasif dalam bertanya ketika mereka masih belum menguasai materi. Hal tersebut terbukti dari sedikitnya siswa yang bertanya selama pembelajaran, baik saat guru menyampaikan materi maupun saat proses diskusi. Saat guru bertanya mengenai materi yang telah disampaikan hanya beberapa siswa yang dapat menjawab sedangkan yang lain belum bisa. Pembinaan yang harus dilakukan pada siklus selanjutnya adalah guru harus dapat memancing keinginan siswa untuk bertanya akan hal yang tidak mereka ketahui, agar melatih siswa untuk mengurangi rasa malu dan takut mereka akan bertanya.

- c. Pada tahap berfikir bersama (*Head Together*), terlihat masih ada siswa yang berbicara diluar dari topik pembahasan, menyibukkan diri dengan kegiatan lain dan hanya melihat temannya saling berdiskusi menyelesaikan permasalahan yang diberikan oleh guru. Akibatnya kondisi kelas belum sepenuhnya menjadi kondusif untuk kegiatan pembelajaran. Hal ini perlu dibenahi pada siklus berikutnya dengan cara guru mengawasi langsung tiap kelompok. Apabila ada kelompok atau siswa yang mengalami kesulitan guru dapat membantunya dan siswa yang kurang berperan aktif dapat menjadi aktif dalam menyelesaikan permasalahan yang diberikan oleh guru.
- d. Pada tahapan presentasi hasil diskusi bersama (*Answering*), siswa masih belum berani mempresentasikan jawaban didepan kelas. Mereka hanya berdiri di bangku mereka masing-masing. Selain itu, proses presentasi masih kurang kondusif akibat siswa yang tidak mempresentasikan jawaban terlihat acuh dan tidak memperhatikan teman yang sedang mempresentasikan jawaban. Hal ini perlu dibenahi pada siklus selanjutnya yakni guru mengondusifkan jalannya presentasi dengan cara mengontrol siswa yang kurang memperhatikan teman saat mempresentasikan jawaban. Selain itu, siswa yang presentasi tidak lagi hanya di bangku mereka masing-masing, melainkan berani ke depan kelas untuk mempresentasikan hasil jawaban mereka.

B. HASIL PENELITIAN SIKLUS II

1. Perencanaan

- a. Menyusun instrumen penelitian siklus II, diantaranya kisi-kisi soal, dan soal tes siklus II.
- b. Membuat RPP siklus II pada kompetensi dasar pemeliharaan sistem bahan bakar motor diesel dengan materi sistem injeksi bahan bakar diesel dan cara pemeliharaannya.
- c. Membuat lembar observasi keaktifan siswa untuk mengetahui peningkatan keaktifan siswa pada siklus II.
- d. Peneliti berkoordinasi dengan guru terkait kekurangan-kekurangan pada pembelajaran siklus I dengan tujuan untuk lebih menyukseskan pembelajaran pada siklus II.

2. Pelaksanaan Tindakan

Siklus II dilaksanakan dalam satu kali pertemuan selama 2 jam pelajaran (2x45 menit) pada tanggal 22 Agustus 2014 pukul 07.00-08.30 WIB, diikuti oleh 37 siswa kelas XI TMO 7. Seperti halnya siklus I, penelitian pada siklus II peneliti bertindak sebagai pembantu guru dan juga sebagai pengamat, sedangkan yang bertindak sebagai pengajar adalah guru mata pelajaran Motor Bakar di SMK Cokroaminoto 2 Banjarnegara. Model pembelajaran yang diterapkan sesuai dengan siklus I yaitu dengan model pembelajaran *Numbered Head Together* yang dibantu dengan penggunaan modul.

Pada siklus II guru membuka pelajaran dengan memberikan salam, kemudian guru mempresensi kehadiran siswa. Sama seperti pada siklus I, guru menyuruh siswa untuk menyiapkan alat tulis dan buku yang diperlukan selama pembelajaran. Setelah siswa siap untuk mengikuti pembelajaran, langkah selanjutnya yaitu guru menjelaskan sistem injeksi bahan bakar diesel dan cara pemeliharaan komponennya secara garis besarnya saja. Guru kemudian memberikan pertanyaan secara acak kepada siswa untuk mengetahui kemampuan dasar siswa. Guru juga menyuruh siswa untuk balik bertanya. Terlihat pada tahap ini siswa tampak antusias dengan banyak yang ingin bertanya, sehingga permasalahan keaktifan siswa dalam bertanya pada siklus I dapat terselesaikan. Setelah selesai tanya jawab, guru kemudian mengelompokkan siswa menjadi sembilan kelompok yang berbeda dari kelompok siklus I. Kekurangan-kekurangan lain pada siklus I diperbaiki pada siklus II, seperti pembagian waktu dalam menyampaikan materi, pembagian kelompok siswa menjadi sembilan kelompok yang berbeda dengan siklus I, pengawasan oleh guru saat siswa berfikir bersama (*Head together*) untuk menyelesaikan permasalahan dalam kelompok, dan yang terakhir pada saat presentasi hasil kelompok. Terlihat pada siklus II, siswa pada masing-masing kelompok sudah mulai terbiasa dengan proses berfikir bersama untuk menyelesaikan permasalahan yang diberikan oleh guru. Hal tersebut terlihat dari meningkatnya siswa yang berperan aktif menyelesaikan permasalahan kelompok, sehingga waktu yang dibutuhkan

untuk menyelesaikan permasalahan dari guru tidak terlampau lama seperti pada siklus I. Selain itu, kegiatan pembelajaran di dalam kelas menjadi lebih kondusif dibandingkan pada siklus I. Ketika proses presentasi jawaban hasil berfikir bersama (*answering*), siswa yang memiliki nomor yang ditunjuk sudah berani memaparkan hasil jawaban di depan kelas. Kelas juga terlihat lebih kondusif dibandingkan siklus I, karena pada siklus II ini sebagian besar siswa telah memperhatikan temannya yang sedang mempresentasikan hasil berfikir bersama mereka.

Setelah proses presentasi hasil berfikir bersama siswa selesai, guru kemudian memberikan konfirmasi dan penguatan dalam pembelajaran. Sebelum pembelajaran diakhiri, guru membubarkan kesembilan kelompok tersebut dan memberikan siswa soal evaluasi tes siklus II untuk mengetahui kemampuan siswa kelas XI TMO 7.

3. Observasi

Sama seperti pada siklus I, selama kegiatan belajar mengajar berlangsung, diadakan observasi terhadap aktivitas siswa untuk mengetahui apakah ada peningkatan keaktifan selama proses pembelajaran pada siklus II. Dalam observasi keaktifan siswa, observer menggunakan lembar observasi siklus II untuk mencatat hasil pengamatannya. Berikut ini adalah data keaktifan siswa pada siklus II.

Tabel 13. Data Keaktifan Siswa Siklus II

No	Pencapaian	Hasil siklus II
1	Skor tertinggi	25
2	Skor terendah	17
3	Rata-rata skor siswa	21,08
4	Prosentase tertinggi	100 %
5	Prosentase terendah	68 %
6	Rata-rata keaktifan	84 %

Permasalahan mendasar pada siklus I yaitu aspek keaktifan siswa dalam bertanya telah berhasil diperbaiki pada siklus II, seperti terlihat pada lampiran 14. Berdasarkan data keaktifan siswa siklus II di atas dapat diketahui bahwa terjadi peningkatan keaktifan pada siklus II, semula pada siklus I rata-rata keaktifan siswa sebesar 64%, sedangkan pada siklus II mengalami peningkatan sebanyak 20% yaitu menjadi 84%. Karena indikator rata-rata keaktifan siswa yang ditetapkan $\geq 70\%$, maka dapat dikatakan pembelajaran dengan menggunakan model NHT berbantuan modul telah berhasil meningkatkan aktivitas siswa. Hal tersebut dibuktikan dengan adanya peningkatan aktivitas siswa.

4. Refleksi

Berdasarkan hasil penelitian siklus I dapat diketahui bahwa hasil belajar siswa pada materi prinsip kerja mesin diesel belum memuaskan, baik dari segi tes maupun nontes. Maka dari itu, pada siklus II perlu diadakan perbaikan. Pada siklus II, perbaikan dari permasalahan yang didapat pada siklus I telah dilaksanakan dengan baik, sehingga permasalahan yang ada pada siklus I dapat teratasi pada siklus II.

Perbaikan-perbaikan dari beberapa permasalahan tersebut telah dijelaskan pada tahap perencanaan dan tahap pelaksanaan tindakan siklus II.

Berdasarkan analisis data pada siklus II, terdapat peningkatan hasil belajar siswa seperti terlihat pada data tabel 15 di bawah ini, sedangkan untuk data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 14. Hasil Belajar Siswa Siklus II

No	Pencapaian	Hasil siklus II
1	Nilai tertinggi	100
2	Nilai terendah	40
3	Nilai rata-rata	79,3
4	Tuntas	30
5	Belum tuntas	7
6	Ketuntasan Belajar	81,08 %

Pada hasil belajar diperoleh data bahwa nilai rata-rata sebesar 79,3 sedangkan ketuntasan belajar 81,08 % dengan jumlah siswa yang tuntas sebanyak 30 siswa dan yang belum tuntas berjumlah 7 siswa. Dibandingkan dengan siklus I, maka dapat disimpulkan bahwa siswa mengalami peningkatan hasil belajar pada siklus II. Nilai rata-rata kelas meningkat, dari rata-rata 61,4 pada siklus I menjadi 79,3 pada akhir siklus II. Peningkatan nilai rata-rata kelas dari siklus I ke siklus II sebesar 17,9, sedangkan ketuntasan belajar juga mengalami peningkatan dari 48,65% pada siklus I menjadi sebesar 81,08% pada siklus II, dengan peningkatan persentase sebesar 32,43 %. Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat pada tabel 16 di bawah ini.

Tabel 15. Data Nilai Siswa Siklus I dan Siklus II

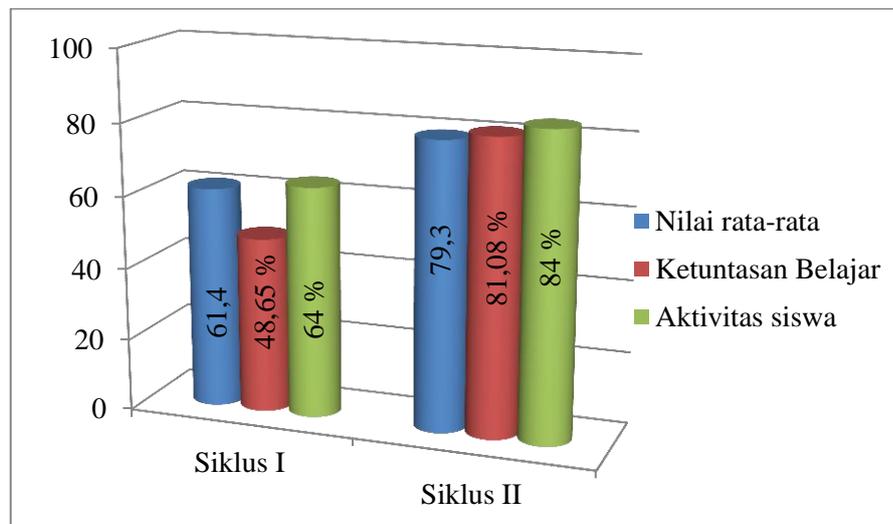
No	Hasil tes	Siklus I	Siklus II	Peningkatan
1	Nilai rata-rata	61,4	79,3	17,9
2	Ketuntasan belajar	48,65 %	81,08 %	32,43 %

Tabel di atas membuktikan bahwa peningkatan hasil belajar siswa mengalami kenaikan yang cukup signifikan. Demikian pula pada hasil nontesnya yaitu keaktifan siswa kelas XI TMO 7 yang juga mengalami peningkatan sebesar 20% yaitu dari 64% siswa yang aktif pada siklus I menjadi 84 % siswa yang aktif pada siklus II. Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat pada tabel 17 di bawah ini.

Tabel 16. Data Persentase Keaktifan Siswa Siklus I dan Siklus II

No	Tahap	Keaktifan siswa
1	Siklus I	64 %
2	Siklus II	84 %

Pembelajaran dengan menggunakan model NHT berbantuan modul pada kelas XI TMO 7 SMK Cokroaminoto 2 Banjarnegara berjalan sukses, seperti yang telah dijelaskan pada teori-teori di atas. Untuk lebih memperjelas kenaikan hasil tes belajar dan hasil nontes (keaktifan) dapat dilihat pada grafik dibawah ini.



Gambar 12. Diagram nilai hasil tes dan non tes

Pada siklus II ini permasalahan-permasalahan pada siklus I telah diselesaikan dengan baik seperti yang dijelaskan pada tahap perencanaan dan pelaksanaan tindakan siklus II. Hal tersebut memberikan dampak pada pencapaian peningkatan keaktifan dan hasil belajar siswa. Ini terbukti dari tercapainya indikator keberhasilan yaitu 75% siswa tuntas KKM dan rata-rata keaktifan siswa $\geq 70\%$. Oleh karena itu, pembelajaran dengan model NHT berbantuan modul pada standar kompetensi pemeliharaan sistem bahan bakar motor diesel dinyatakan berhasil, sehingga siklus dapat diakhiri.

C. PEMBAHASAN

Hasil belajar siswa sangat dipengaruhi oleh kegiatan belajar mengajar di kelas. Semakin aktif pembelajaran di kelas, maka pencapaian hasil belajar juga akan semakin baik. Hasil observasi di SMK Cokroaminoto 2 Banjarnegara menunjukkan bahwa sebagian besar guru di sekolah tersebut masih menggunakan pengajaran dengan model pembelajaran ceramah, yaitu kegiatan belajar mengajar hanya terfokus pada guru saja. Tidak adanya hubungan timbal balik antara siswa dan guru, sehingga siswa terlihat tidak aktif selama proses kegiatan belajar mengajar tersebut. Siswa terlihat hanya menjadi pendengar ceramah guru tanpa mengalami sendiri apa yang diinformasikan guru. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka diperlukan model pembelajaran yang efektif, sehingga dapat meningkatkan hasil belajar siswa khususnya pada mata diklat pemeliharaan dan perbaikan sistem bahan bakar motor diesel pada kompetensi dasar pemeliharaan sistem bahan bakar motor diesel. Salah satu alternatif model pembelajaran inovatif yang dapat digunakan yaitu model pembelajaran *Numbered Head Together* (NHT) berbantuan modul pada kompetensi dasar pemeliharaan sistem bahan bakar motor diesel.

Pembahasan dalam penelitian tindakan kelas ini didasarkan atas hasil observasi yang dilanjutkan dengan kegiatan evaluasi dan refleksi. Secara umum, proses pembelajaran yang berlangsung pada setiap siklus dapat berjalan dengan baik. Keseluruhan tahap-tahap yang terdapat dalam

pembelajaran dengan model NHT berbantuan modul dilaksanakan oleh guru dengan runtut meskipun belum sempurna.

Berdasarkan hasil observasi dan refleksi pada siklus I dapat diketahui bahwa pelaksanaan pembelajaran dengan menggunakan model NHT berbantuan modul belum berlangsung secara optimal karena model pembelajaran NHT baru pertama kali diterapkan di SMK Cokroaminoto 2 Banjarnegara khususnya di kelas XI TMO 7. Aktivitas siswa dalam proses pembelajaran siklus I masih belum berjalan dengan baik, karena masih dijumpai siswa yang sibuk dengan kegiatannya sendiri dalam kelompok dan menggantungkan tugas pada teman sekelompoknya. Selain itu, pada saat proses berfikir bersama (*Head Together*) masih membutuhkan waktu yang cukup lama, sehingga rencana pembagian waktu yang sudah disusun peneliti tidak sesuai dalam pelaksanaannya.

Pelaksanaan proses pembelajaran pada siklus I yang kurang optimal ini berdampak pada siswa. Berdasarkan hasil tes yang dilakukan setelah akhir siklus I diperoleh nilai rata-rata sebesar 61,4 dan ketuntasan belajar secara klasikal hanya mencapai 48,65%. Pada siklus ini terdapat 18 siswa yang tuntas belajar dan 19 siswa yang belum tuntas. Sedangkan rata-rata keaktifan siswa hanya 64%, sehingga dapat disimpulkan bahwa siklus I belum berhasil mencapai indikator keberhasilan yang ditetapkan dan harus dilanjutkan ke siklus berikutnya.

Berdasarkan hasil siklus I tersebut kemudian diadakan refleksi perbaikan pembelajaran sebagai tindakan untuk memperbaiki dan

meningkatkan pembelajaran untuk siklus berikutnya. Perbaikan seperti pembagian waktu dalam menyampaikan materi, pembagian kelompok siswa menjadi sembilan kelompok yang berbeda dengan siklus I, pengawasan oleh guru saat siswa berfikir bersama untuk menyelesaikan masalah dalam berkelompok sehingga tidak ada siswa yang menganggur dalam kelompok, dan yang terakhir pada saat presentasi hasil kelompok. Perbaikan tersebut dimaksudkan untuk lebih menyukseskan pembelajaran pada siklus II.

Pada siklus II, guru melaksanakan semua rencana pembelajaran yang disusun pada tahap refleksi siklus I. Dengan dilaksanakannya rencana pembelajaran yang telah disusun, maka aktivitas siswa terlihat mengalami peningkatan, terbukti dengan lancarnya proses diskusi dalam kelompok, terjadi hubungan timbal balik antara siswa dengan guru dan siswa dengan siswa pada saat presentasi hasil belajar kelompok. Perbaikan dari hasil refleksi siklus I menjadikan pembelajaran pada siklus II menjadi lebih efektif.

Pelaksanaan perbaikan pembelajaran pada siklus II terjadi perubahan-perubahan yang menunjukkan adanya peningkatan hasil belajar siswa, yaitu hasil nilai tes dan hasil nilai rata-rata aktivitas belajar siswa. Berdasarkan hasil tes yang dilakukan setelah akhir siklus II diperoleh nilai rata-rata sebesar 79,3 dan ketuntasan belajar sebesar 81,08 %. Pada siklus ini terdapat 30 siswa yang tuntas belajar dan 7 siswa yang belum tuntas belajar. Sedangkan untuk rata-rata keaktifan, siswa yang aktif sebesar 84 % dalam pembelajaran siklus II. Berdasarkan hasil ini berarti telah memenuhi indikator pencapaian yang ditetapkan, yaitu 75 % siswa tuntas KKM dan rata-rata siswa aktif ≥ 70 %.

Berdasarkan data yang telah dipaparkan dapat dilihat bahwa nilai rata-rata kelas semakin meningkat. Pada siklus I rata-rata kelas 61,4 menjadi 79,3 pada akhir siklus II. Peningkatan nilai rata-rata kelas dari siklus I ke siklus II sebesar 17,9. Ketuntasan belajar juga mengalami peningkatan dari 48,65% pada siklus I menjadi sebesar 81,08% pada siklus II, dengan peningkatan persentase sebesar 32,43%.

Penggunaan model pembelajaran NHT berbantuan modul sekolah pada kompetensi dasar pemeliharaan sistem bahan bakar motor diesel ini juga dapat meningkatkan keaktifan siswa. Untuk mengetahui seberapa besar peningkatan keaktifan siswa setelah menggunakan model pembelajaran NHT berbantuan modul dapat dilihat pada tabel 15 di atas.

Nilai rata-rata keaktifan siswa dari siklus I hingga siklus II memiliki perbedaan kuantitatif, yaitu besarnya rerata nilai keaktifan siswa siklus II lebih tinggi dibandingkan dengan rerata nilai keaktifan siswa pada siklus I. Dari tabel 17 dapat dilihat bahwa keaktifan siswa mengalami peningkatan sebesar 20 %, yaitu dari 64 % pada siklus I menjadi 84 % pada siklus II.

Pelaksanaan pembelajaran menggunakan model NHT berbantuan modul pada kompetensi dasar pemeliharaan sistem bahan bakar motor diesel di SMK Cokroaminoto 2 Banjarnegaradari siklus I ke siklus II menunjukkan peningkatan yang signifikan. Hasil belajar siswa mengalami kenaikan, begitu juga dengan aktivitas siswanya. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yaitu penelitian dengan menggunakan model NHT yang dipaparkan dalam

beberapa peneliti Jurnal Sosialitas, seperti oleh Nur'muani (2009:4) dalam penelitian yang berjudul, “Meningkatkan Hasil Belajar Siswa dengan Pembelajaran Kooperatif *Numbered Head Together* di SMP Negeri 21 Surabaya”:

Meningkatnya ketuntasan belajar siswa yang semakin meningkat dan rata-rata nilai juga meningkat. Siklus I rata-rata nilai 69,8 dan siswa T sebanyak 20 orang, siklus II rata-rata nilai 73,9 dan siswa tuntas sebanyak 31 orang dan pada siklus III rata-rata nilai 81,5 dan semua siswa T (4) respon siswa terhadap model pembelajaran kooperatif dengan pendekatan *number head together* sangat positif. Hal ini terlihat dari sebagian besar siswa memilih kategori SB (sangat Baik) dan B (Baik) pada pelaksanaan pembelajaran kooperatif dengan pendekatan *number head together*.

Selanjutnya penelitian Karyadi (2012:5) pada jurnal sosialitas,” Keefektifan Metode Pembelajaran *Numbered Heads Together* (NHT) untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Pada Kompetensi Dasar Mendeskripsikan Fungsi Konsumsi dan Fungsi Tabungan” menyatakan bahwa:

Hasil belajar siswa sebelum tindakan dengan nilai rata-rata 68,62 baru mencapai ketuntasan sebesar 34,28%. Pada siklus I rata-rata nilai siswa meningkat menjadi 76,74 dengan ketuntasan 62,85% dimana ketuntasan belajar dapat dicapai oleh 22 siswa, sedangkan yang belum mampu mencapai ketuntasan belajar yaitu 13 siswa. Dalam pembelajaran ini, siswa mampu menyelesaikan soal yang diberikan oleh guru dengan saling berdiskusi dan bekerja sama dengan anggota kelompoknya masing-masing. Aktivitas guru dalam proses pembelajaran menggunakan metode pembelajaran *Numbered Head Together* (NHT) sudah baik Pelaksanaan siklus II dengan metode pembelajaran *Numbered Head Together* (NHT) menunjukkan peningkatan.

Hasil refleksi pada siklus II siswa semakin aktif dalam proses pembelajaran menggunakan metode pembelajaran *Numbered Head Together* (NHT). Siswa mampu menyelesaikan soal yang diberikan oleh guru dengan saling berdiskusi dan bekerja sama dengan anggota kelompoknya masing-masing. Nilai rata-rata siklus II meningkat dibandingkan siklus I sebesar 76,74 menjadi 82,60 dengan peningkatan ketuntasan siklus I sebesar 62,85% menjadi 85,71% dimana ketuntasan

belajar pada siklus II dapat dicapai oleh 30 siswa, sedangkan yang belum mampu mencapai ketuntasan belajar yaitu 5 siswa.

Pembelajaran dengan menggunakan model NHT berbantuan modul membuat siswa bisa saling berbagi pendapat, siswa secara berkelompok berperan aktif dalam memecahkan masalah secara bersama-sama, dan siswa juga tampak antusias dalam mengikuti pelajaran. Dengan meningkatnya aktivitas siswa dalam pembelajaran, maka hasil belajar siswa akan mengalami peningkatan. Penelitian ini dapat dikatakan berhasil karena hasil penelitian ini telah mencapai indikator keberhasilan penelitian dengan terbukti dapat meningkatkan hasil belajar dan aktivitas siswa.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Tahapan pelaksanaan model pembelajaran *numbered head together* dalam proses pembelajaran diawali dari perencanaan tindakan, pelaksanaan tindakan (*numbering, questioning, head together, dan answering*) penutup dan diakhiri dengan refleksi.
2. Siswa mengalami perubahan aktivitas belajar yang baik, terbukti dengan peningkatan persentase keaktifan siswa yang cukup tinggi, yaitu dari data awal sebesar 57% siswa aktif, meningkat menjadi 64% siswa aktif pada siklus I dan 84% siswa aktif pada siklus II.
3. Hasil belajar siswa mengalami peningkatan pada siklus I dan siklus II, yaitu 48,65% siswa tuntas pada siklus I (18 siswa tuntas dan 19 siswa belum tuntas) dan 81,08% siswa tuntas pada siklus II (30 siswa tuntas dan 7 siswa belum tuntas). Hal ini membuktikan bahwa penerapan model pembelajaran tipe *Numbered Head together* berbantuan modul pada kompetensi dasar pemeliharaan sistem bahan bakar diesel mampu meningkatkan hasil belajar siswa kelas XI TMO 7 SMK Cokroaminoto 2 Banjarnegara

B. SARAN

Setelah diperoleh hasil penelitian, maka saran yang dapat diberikan sebagai berikut.

1. Pada tahap berfikir bersama (*head together*) guru diharuskan lebih sering memantau dan mengawasi para siswa, sehingga siswa dalam masing-masing kelompok akan lebih aktif untuk melakukan kegiatan diskusi hasil pemikiran mereka.
2. Guru diharapkan lebih memperhatikan alokasi waktu pada tiap tahapan pembelajaran agar jalannya pembelajaran menjadi lebih tertib dan teratur.
3. Model pembelajaran tipe NHT berbantuan modul kiranya dapat dijadikan salah satu alternatif model pembelajaran inovatif oleh guru untuk diterapkan di sekolah, khususnya pada kompetensi dasar bahan bakar diesel, karena telah terbukti dapat meningkatkan hasil belajar.

DAFTAR PUSTAKA

- Arends, Richad I. 2008. *Learning to Teach: Belajar untuk Mengajar*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Arikunto, Suharsimi. 2009. *Penelitian Tindakan Kelas*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Arikunto, Suharsimi. 2010. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka cipta.
- _____. 2012. *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara
- BPM Semarang. 2008. Sistem Bahan Bakar Diesel. <http://m-edukasi.kemdikbud.go.id/online/2008/sistemdiesel/kompetensi.html>.
- Hamdani. 2011. *Strategi Belajar Mengajar*. Bandung: Pustaka Setia.
- Isjoni. 2013. *Pembelajaran Kooperatif Meningkatkan Kecerdasan Komunikasi Antar Peserta Didik*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Karyadi, Joko Widodo, Muhsin. 2012. Keefektifan Metode Pembelajaran *Numbered Heads Together* (NHT) Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Pada Kompetensi Dasar Mendeskripsikan Fungsi Konsumsi Dan Fungsi Tabungan. *ECONOMIC EDUCATION ANALYSIS JOURNAL*. Vol. 1. No. 1: 1-6.
- Kurnia, Ingridwati, Irene Maya Simon, Maria Claudia Wahyu Trihastuti, Gerda K. Wanei. 2007. *Perkembangan Belajar Peserta Didik*. Jakarta: Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional.
- Nurmu'ani. 2009. Meningkatkan Hasil Belajar Siswa dengan Pembelajaran Kooperatif *Numbered Head Together* Di SMP Negeri 21 Surabaya. *E-Jurnal Dinas Pendidikan Kota Surabaya*. Vol. 4 : 1-8.

- Rifai, Achmad dan Catharina Tri Anni. 2009. *Psikologi Pendidikan*. Semarang: Universitas Negeri Semarang Press.
- Sugiyono. 2012a. *Metode Penelitian Pendidikan: Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta
- Sugiyono. 2012b. *Statistika Untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta
- Soekamto, Toeti dan Udin Saripudin Winataputra. 1997. *Teori Belajar dan Model-Model Pembelajaran*. Jakarta: Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Departement Pendidikan dan Kebudayaan.
- Suyadi. 2011. *Panduan Penelitian Tindakan Kelas*. Yogyakarta: Diva Press.
- Undang-undang RI No. 20 tahun 2003 Tentang Sistem Pendidikan Nasional
- Wiriaatmadja, Rochiati. 2012. *Metode Penelitian Tindakan Kelas: Meningkatkan Kinerja Guru dan Dosen*. Bandung: Remaja Rosdakarya.

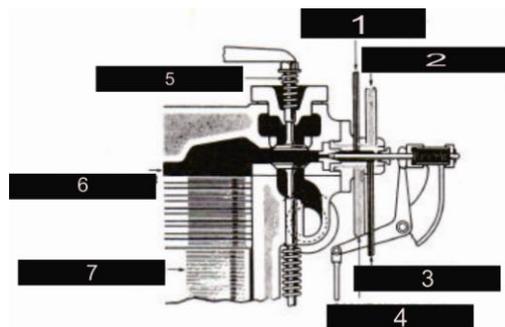
LAMPIRAN 1

no	nama	jenis kelamin	Tanggal
1	Rasid anwar romadan	L	
2	Rudianto	L	
3	Ruri aji prasetyo	L	
4	Sabar ujiman	L	
5	Sahrul ramadhoni	L	
6	Sandi agustiono	L	
7	Sarif hidayatullah	L	
8	Sarif syaifudin	L	
9	Septo risqi giandika	L	
10	Setiawan	L	
11	Sidik faturrohman	L	
12	Sidik mustafa	L	
13	Sigit dwi prasetyo	L	
14	Sigit prawoto	L	
15	Slamet budiono	L	
16	Slamet lari suroso	L	
17	Slamet purwanto	L	
18	Sobirin	L	
19	Sobriyanto	L	
20	Soem anwar	L	
21	Sofyan medianto	L	
22	Solehun	L	
23	Sugiono	L	
24	Sujadi	L	
25	Sulistiyo eko pramana	L	
26	Sulistyo	L	
27	Susandi putra pratama	L	
28	Syahdan kurniawan Syaifudin nur	L	
29	hidayat	L	
30	Tabah abdul rahmah	L	
31	Teddy saputra	L	
32	Teguh A rasyid	L	
33	Teguh vebri vianto	L	
34	Teguh setyawan	L	
35	Tio dwi laksono	L	
36	Tofik hidayatullah	L	
37	Tomi supriyono	L	

LAMPIRAN 2

Soal soal instrumen siklus 1

1. Pengertian dari motor diesel ialah . . .
 - a. Motor bakar yang menggunakan sistem external combustion engine dan internal combustion engine pada proses pelaksanaannya, dan solar sebagai bahan bakarnya.
 - b. Motor bakar dengan bahan bakar solar yang menggunakan sistem ignition delay pada tahap akhir.
 - c. Motor bakar dengan sistem pembakaran diluar yang menggunakan solar sebagai bahan bakarnya.
 - d. **Motor bakar dengan sistem pembakaran di dalam yang menggunakan minyak diesel sebagai bahan bakarnya.**
2. Alasan mengapa bahan bakar bensin kurang sesuai digunakan pada motor diesel adalah . . .
 - a. Kadar oktan solar lebih besar dari oktan bensin.
 - b. **Titik nyala solar lebih rendah dari titik nyala bensin.**
 - c. Rasio kompresi bensin lebih tinggi dari solar.
 - d. Efisiensi panas bensin lebih besar dari solar.
3. Mengapa motor diesel disebut motor penyalaan kompresi, karena . . .
 - a. pada proses penyalaan kompresi begitu mempengaruhi jalannya mesin.
 - b. **penyalaan suhu bahan bakarnya diakibatkan oleh suhu kompresi udara dalam ruang bakar.**
 - c. Setiap komponen penyalaan membutuhkan kompresi yang baik.
 - d. Kompresi dalam penyalaan digunakan untuk menyalakan mesin diesel.
4. Selain disebut sebagai motor penyalaan kompresi, motor diesel juga disebut sebagai motor penyalaan busi, mengapa demikian ?
 - a. Karena busi digunakan untuk kompresi.
 - b. Sebab dalam proses penyalaan kendaraan busi harus digunakan.
 - c. **Karena penyalaan bahan bakar diakibatkan percikan api dari busi.**
 - d. Karena busi memiliki voltase yang dibutuhkan mesin untuk proses pembakaran
- 5.



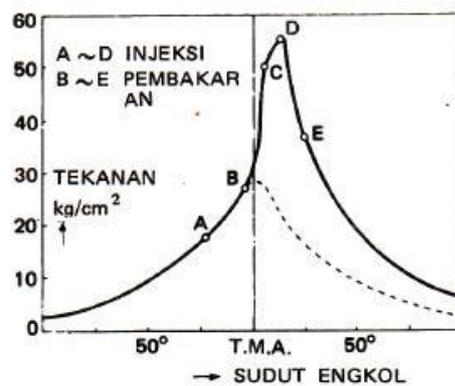
Katup masuk pada gambar diatas ditunjukkan oleh nomor . . .

- a. 7
- b. **5**
- c. 3
- d. 1

6. Berapakah rasio kompresi dan suhu udara agar bahan bakar solar terbakar habis di dalam proses pembakaran?
 - a. 15-22, 600°C
 - b. 15-24, 600°C
 - c. 16-22, 600°C
 - d. 15-24, 600°C
7. Perbedaan antara mesin diesel dengan motor bensin dibawah ini yang **tidak sesuai** adalah
 - a. ruang bakar mesin diesel rumit, sedangkan motor bensin sederhana.
 - b. metode penyaan mesin diesel bergantung injektor, sedangkan motor bensin bergantung percikan busi.
 - c. Efisiensi panas mesin diesel(%) adalah 30-40, sedangkan mesin bensin 22-30.
 - d. Siklus pembakaran mesin diesel adalah sabathe, sedangkan mesin bensin adalah otto.
8. Berikut adalah keunggulan motor diesel dibandingkan motor bensin, **kecuali** ?
 - a. Pemakaian bahan bakar lebih hemat, karena efisiensi panas lebih banyak.
 - b. Jenis bahan bakar yang digunakan lebih sedikit.
 - c. Operasi lebih mudah untuk kendaraan besar.
 - d. Biaya perasional lebih murah.
9. Berikut adalah kerugian motor diesel dibandingkan motor bensin, **kecuali** ?
 - a. Jenis bahan bakar yang digunakan lebih banyak.
 - b. Bobot persatuan daya dan biaya produksi lebih besar.
 - c. Pembuatan pompa injeksi lebih teliti, sehingga perawatan lebih sukar.
 - d. Memerlukan kapasitas motor stater dan baterai yang lebih besar.
10. Salah satu kerugian motor diesel dibanding motor bensin ialah suara dan getaran yang timbul lebih besar, yakni hampir 2 kali lipat dari motor bensin. Hal ini disebabkan oleh tekanan pembakaran yang hampir mencapai?
 - a. 50 kg/cm²
 - b. 60 kg/cm²
 - c. 70 kg/cm²
 - d. 80 kg/cm²
11. Apakah yang dimaksud dengan langkah kompresi pada motor diesel?
 - a. Ketika torak bergerak dari TMB ke TMA, serta katup hisap dan katup buang dalam keadaan tertutup.
 - b. Ketika torak bergerak dari TMB ke TMA, serta katup hisap terbuka dan katup buang tertutup.
 - c. Ketika torak bergerak dari TMB ke TMA, serta katup hisap tertutup dan katup buang terbuka.
 - d. Ketika torak bergerak dari TMB ke TMA, serta katup hisap dan katup buang dalam keadaan terbuka.

12. Partikel bahan bakar yang disemprotkan oleh pengabut bercampur dengan udara bertekanan, terdapat pada langkah . . .
- Usaha
 - Kompresi
 - Buang
 - Isap
13. 4 tahapan pembakaran pada mesin diesel secara urut adalah . . .
- Pembakaran langsung, pembakaran tertunda, perambatan, pembakaran lanjut.
 - Perambatan, pembakaran lanjut, pembakaran tertunda, pembakaran langsung.
 - Perambatan, pembakaran tertunda, pembakaran lanjut, pembakaran langsung.
 - Pembakaran tertunda, perambatan, pembakaran langsung, pembakaran lanjut.

14.

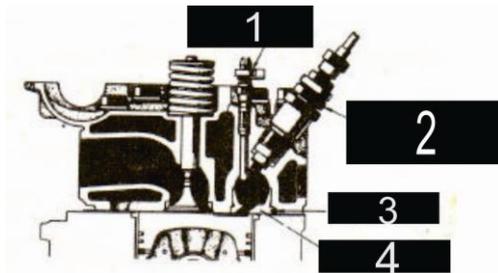


Huruf yang menunjukkan pembakaran langsung pada grafik proses pembakaran diatas adalah . . .

- A-B
 - B-C
 - C-D
 - D-E
15. Berdasarkan gambar grafik pada nomor 10, huruf yang menunjukkan waktu pembakaran tertunda adalah . . .
- A-B
 - B-C
 - C-D
 - D-E
16. Hal yang menyebabkan efisiensi panas menjadi turun pada pembakaran lanjut ialah . . .
- Temperatur gas yang juga turun.
 - Bahan bakar yang terkompresi sempurna.
 - Pembakaran terlalu lama.
 - Terjadi kerusakan pada injektor.

17. Sebutan lain untuk tipe ruang bakar tambahan adalah . . .
- Direct combustion chamber.
 - Precombustion chamber.
 - Swirl combustion chamber.
 - Auxiliary combustion chamber.**

18.



Knock pin pada gambar ruang bakar diatas, ditunjukkan oleh nomor?

- 1
 - 2
 - 3**
 - 4
19. Berikut adalah keuntungan dari ruang bakar muka, **kecuali**
- Jenis bahan bakar yang digunakan luas.
 - Perawatan pompa injeksi lebih mudah.
 - Detonasi berkurang.
 - Turbulensi sangat baik pada saat kompresi.**
20. Dibawah ini yang merupakan kerugian dari ruang bakar muka adalah . . .
- Detonasi lebih besar pada kecepatan rendah.
 - Saat injeksi bahan bakar mempengaruhi mesin.
 - Memerlukan motor stater yang besar.**
 - Efisiensi panas dan pemakaian bahan bakar lebih boros.
21. Pada ruang bakar air cell, bahan bakar disemprotkan langsung ke dalam air cell dan terbakar, lalu akan mengakibatkan . . .
- Tekanan dalam air cell bertambah.**
 - Tekanan dalam air cell berkurang.
 - Tekanan luar air cell bertambah.
 - Tekanan luar air cell berkurang.
22. Berikut yang bukan merupakan keuntungan dari ruang bakar air cell adalah . . .
- Mesin bekerja lebih lembut.
 - Tidak memerlukan pemanas.
 - Gangguan nozzle berkurang.
 - Bahan bakar lebih irit.**

23. Fungsi dari pompa injeksi adalah . . .
- Mencegah bahan bakar bercampur dengan udara.
 - Memompa injektor.
 - Melanjutkan bahan bakar dari tangki ke injektor.
 - Menekan bahan bakar dari tangki ke injektor.**
24. Injektor berfungsi untuk menyemprotkan bahan bakar ketika . . .
- Sebelum langkah kompresi.
 - Awal langkah kompresi.
 - Pertengahan langkah kompresi.
 - Akhir langkah kompresi.**

25. 1. Cylinder 5. Roda gaya
2. Piston 6. Air filter
3. atomizing 7. Chasis
4. Crankshaft 8. Connecting rod

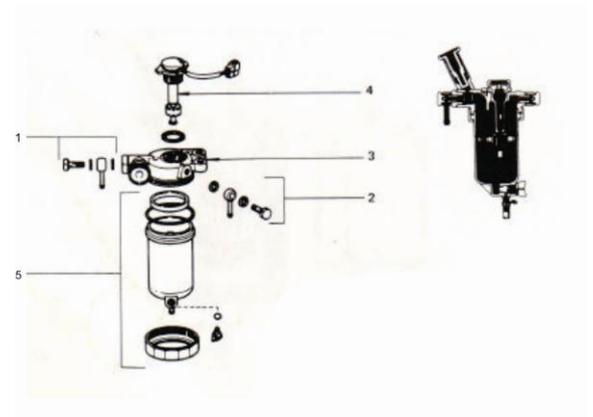
Berdasarkan keterangan di atas, yang merupakan komponen utama motor diesel dan motor bensin secara umum ditunjukkan oleh nomor . . .

- 1, 3, 6
- 2, 5, 6
- 1, 2, 4**
- 4, 7, 8

Soal instrument 2

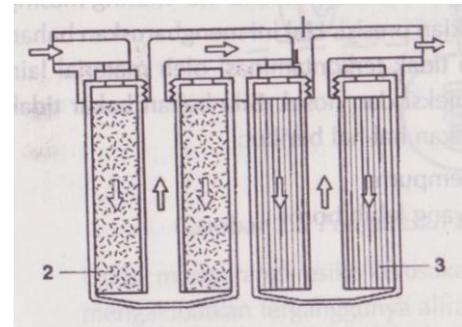
1. Syarat sistem injeksi bahan bakar adalah sebagai berikut, **kecuali** . . .
 - a. Memberikan sejumlah tertentu bahan bakar.
 - b. Menepatan saat penginjeksian bahan bakar.
 - c. Mengendalikan kecepatan pendistribusian bahan bakar.
 - d. **Menginjeksikan bahan bakar dari tangki.**
2. Fungsi dari sistem injeksi bahan bakar adalah . . .
 - a. **Menyimpan bahan bakar**
 - b. Mencampur bahan bakar
 - c. Memaju mundurkan saat penginjeksian
 - d. Memperbaiki komponen sistem injeksi
3. Apakah perbedaan dari sistem injeksi antara pompa injeksi tipe sebaris dengan tipe distributor?
 - a. Tipe sebaris satu pompa mewakili empat silinder, sedangkan tipe distributor empat pompa mewakili empat silinder.
 - b. Tipe sebaris dijumpai pada kendaraan ringan, sedangkan tipe distributor dijumpai pada kendaraan berat.
 - c. **Tipe inline menggunakan pembakaran langsung, sedangkan tipe distributor menggunakan pembakaran tambahan.**
 - d. pada tipe inline menggunakan governor dan advancer, sedangkan tipe inline tidak menggunakannya.
4. Berapakah jumlah lubang yang terdapat pada fuel tank?
 - a. 1
 - b. 2
 - c. **3**
 - d. 4
5. Apakah fungsi dari fuel over flow pada tangki bahan bakar . . .
 - a. Memasukkan bahan bakar kedalam tangki
 - b. Mengeluarkan timbunan gas pada tangki
 - c. **Sebagai saluran kebocoran pada tangki**
 - d. Melanjutkan bahan bakar ke saringan bahan bakar
6. Pada fuel filter, water sedimenter bekerja berdasarkan sifat?
 - a. Kapasitas air.
 - b. **Gravitasi air.**
 - c. Kekentalan air.
 - d. Suhu air.

7.



Berdasarkan konstruksi gambar water sedimenter diatas, nomor berapakah yang menunjukkan body saringan bahan bakar?

- a. 2
 - b. **3**
 - c. 4
 - d. 5
8. Pada sistem injeksi bahan bakar, sering kali dijumpai lebih dari satu penyaringan bahan bakar, fungsi dari penyaring sekunder (secondary filter) adalah . . .
 - a. Menahan partikel-partikel besar
 - b. Menyaring partikel-partikel sedang
 - c. Menyaring partikel-partikel kecil
 - d. **Menyaring partikel-partikel lembut**
 - 9.

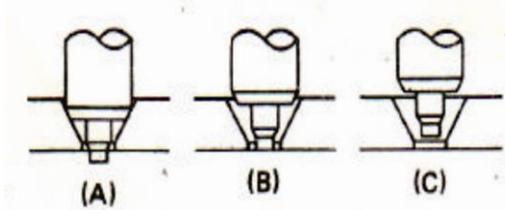


Pada gambar saringan bahan bakar diatas, komponen yang ditunjukkan oleh nomor 2 adalah . . .

- a. Rumah filter
- b. **Saringan kasar**
- c. Saringan halus
- d. Saringan air

10. Bila terdapat kerusakan pada saringan bahan bakar, sehingga penyaringan menjadi tidak bersih, maka akibatnya adalah sebagai berikut, **kecuali** . . .
- Daya mesin menjadi terlalu meningkat
 - Putaran idle kasar
 - Umur Komponen didtem bahan bakar menjadi lebih pendek
 - Mesin sukar distater
11. Apakah yang terjadi bila inlet check valve pada priming pump menutup ?
- Mengalirkan bahan bakar
 - Mengalirkan udara
 - Mencegah bahan bakar mengalir**
 - Mencegah udara mengalir
12. Pompa pengalir diperlukan untuk mengirim bahan bakar ke pompa injeksi dengan tekanan tertentu yang besarnya berkisar antara . . .
- 18,0-22,0 kg/cm²
 - 1,8-2,2 kg/cm²**
 - 25,6-31,1 kg/cm²
 - 2,56-3,11 kg/cm²
13. Fungsi dari pompa injeksi bahan bakar adalah menyalurkan bahan bakar ke dalam . . .
- Nozel injektor**
 - Cylinder
 - Pompa pengalir
 - Penginjeksian
14. Berikut yang **bukan** merupakan ciri-ciri dari pompa injeksi distributor (tipe VE) adalah sebagai berikut :
- Kecil, ringan dan mampu bekerja pada putaran tinggi.
 - Didalam unit pompa terdapat governor.
 - Pelumasan elemen pompa dengan oli.**
 - Bahan bakar secara otomatis diputus saat kunci kontak dimatikan.
15. Pada sistem penginjeksian bahan bakar tipe VE, bahan bakar akan disemprotkan tiap . . . putaran, saat gerak bolak-balik plunger.
- $\frac{1}{4}$**
 - $\frac{1}{2}$
 - $\frac{3}{4}$
 - 1
16. Pada pompa injeksi tipe VE komponen yang berfungsi untuk mengatur banyaknya penyemprotan atau injeksi adalah . . .
- Governor**
 - Solenoid
 - Feed pump
 - Over flow valve
17. Fungsi dari komponen ini adalah untuk mengembalikan kelebihan bahan bakar yang berada diruang pompa untuk dikembalikan ke tangki bahan bakar. Komponen yang dimaksudkan diatas adalah?
- Governor
 - Solenoid
 - Feed pump
 - Over flow valve**
18. Delivery valve berfungsi untuk . . .
- Mengontrol tekanan bahan bakar sebelum menuju feed pump
 - Mengegerakkan plat nok(face cam plate)
 - Membuka dan memutuskan aliran bahan bakar
 - Mencegah bahan bakar kembali ke plunger**
19. Proses penyaluran bahan bakar secara urut, yaitu . . .
- Termination, delivery, suction, pressure equalization
 - Suction, delivery, termination, pressure equalization**
 - Pressure equalization, delivery, suction, termination
 - Pressure equalization, delivery, termination, suction
20. Pada waktu plunger bergerak jauh ke kanan, saluran pembuang akan terbuka oleh ring pembuang, dan akibatnya tekanan bahan bakar pada plunger akan . . .
- Menurun
 - Setara
 - Meningkat
 - Hilang**
21. Pada saat penginjeksian, Saat plunger pompa bergerak kekiri, salah satu dari 4 alur isap dalam silinder pompa akan lurus dengan port/ saluran isap dan bahan bakar akan ke ruang tekan plunger. Langkah diatas merupakan langkah ?
- Isap**
 - Injeksi
 - Akhir injeksi
 - Penyamaan tekanan
22. Pada governor sentrifugal, bila fuel set screw diputar searah jarum jam maka akan guide lever kearah . . .
- Kanan fuel set screw
 - Kiri fuel set screw
 - Berlawanan fuel set screw**
 - Searah fuel set screw

23. Keterangan yang sesuai dari governor sentrifugal dibawah ini adalah . . .
- Putaran roda gigi 1,8 lebih cepat dari drive shaft
 - Control lever diggerakkan oleh spil ring
 - Control srping dikontrol oleh variasi beban
 - Terdapat 4 bobot sentrifugal**
- 24.



Tipe nozzle yang ditunjukkan oleh gambar diatas adalah tipe . . .

- Pintle**
 - Throttle
 - Single hole
 - Multiple hole
25. Penyemprotan bahan bakar pada nozzle tipe throttle pada saat akhir pembakaran ialah . . .
- Lebih sedikit dibandingkan awal pembakaran
 - Lebih banyak dibandingkan awal pembakaran**
 - Setara dengan awal pembakaran
 - Tidak mengeluarkan bahan bakar dibandingkan awal pembakaran

no	kode	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27					
		19	22	21	22	23	22	23	18	7	24	20	25	25	15	23	22	22	22	22	22	10	18	21	20	20	24	25					
		jumlah																															
		19,115789	19,865656	18,809254	19,454545	16,96	19,090909	19,150453	17,777778	23	18,483333	20,05	18,608696	17,56	19,933333	19,211759	19,818182	19,045455	18,045455	19,409091	19,772727	22,6	19,333333	19,666667	19,7	17,933333							
		Me																															
		18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069		
		0,651174	0,7586207	0,741379	0,7586207	0,862069	0,7586207	0,791034	0,820689	0,941379	0,8775862	0,898532	0,791034	0,862069	0,517404	0,791034	0,7586207	0,7586207	0,7586207	0,7586207	0,7586207	0,7586207	0,7586207	0,7586207	0,7586207	0,7586207	0,7586207	0,7586207	0,7586207	0,7586207	0,7586207	0,7586207	
		0,448276	0,2413793	0,278621	0,2413793	0,157931	0,2413793	0,268966	0,3793103	0,7586207	0,174138	0,310448	0,268966	0,157931	0,4877586	0,268966	0,413793	0,2413793	0,2413793	0,2413793	0,2413793	0,2413793	0,2413793	0,2413793	0,2413793	0,2413793	0,2413793	0,2413793	0,2413793	0,2413793	0,2413793	0,2413793	
		0,229215	0,1831153	0,1997622	0,1831153	0,1189061	0,1831153	0,1840904	0,23454	0,1831153	0,1426873	0,2140309	0,1640904	0,1189061	0,2497027	0,1640904	0,1831153	0,1831153	0,1831153	0,1831153	0,1831153	0,1831153	0,1831153	0,1831153	0,1831153	0,1831153	0,1831153	0,1831153	0,1831153	0,1831153	0,1831153	0,1831153	
		316,08799	149,16766	190,71819	158,42449	163,47681	166,48108	146,03924	254,48137	345,41974	159,71819	185,03924	158,42449	147,08444	269,93317	158,42449	150,20571	167,4887	188,83472	159,44134	151,24138	315,50892	232,24138	173,42449	191,63636	153,96029							
		0,4529681	0,74772	0,5701042	0,651153	-0,349317	0,5058443	0,5713824	0,0310384	0,596813	0,4024087	0,7084828	0,3694574	-0,0470839	0,4686447	0,7231912	0,358257	0,487738	0,1869185	0,1869185	0,1869185	0,1869185	0,1869185	0,1869185	0,1869185	0,1869185	0,1869185	0,1869185	0,1869185	0,1869185	0,1869185	0,1869185	
		valid	valid	valid	valid	valid	valid	valid	valid	valid	valid	valid	valid	valid	valid	valid	valid	valid	valid	valid													
		14	14	13	14	11	15	15	9	7	11	14	14	12	12	14	15	14	10	15	15	10	11	15	14	12							
		15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
		14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
		DP	0,6	0,4	0,3333333	0,4	-0,1	0,3333333	0,4666667	0	0,4666667	0,4	0,3333333	0,3333333	0,6666667	0,6	0,3333333	0,3333333	0,3333333	0,3333333	0,3333333	0,3333333	0,3333333	0,3333333	0,3333333	0,3333333	0,3333333	0,3333333	0,3333333	0,3333333	0,3333333	0,3333333	
		BAIK	CUKUP	CUKUP	CUKUP	LELEK	BAIK	CUKUP	LELEK	BAIK	CUKUP	BAIK	CUKUP	LELEK	BAIK	CUKUP	BAIK	CUKUP	LELEK	BAIK	CUKUP	BAIK	CUKUP										
		19	22	21	22	23	22	23	18	7	24	20	25	25	15	23	22	22	22	22	22	10	18	21	20	20	24	25					
		19,115789	19,865656	18,809254	19,454545	16,96	19,090909	19,150453	17,777778	23	18,483333	20,05	18,608696	17,56	19,933333	19,211759	19,818182	19,045455	18,045455	19,409091	19,772727	22,6	19,333333	19,666667	19,7	17,933333							
		Me																															
		18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	
		0,651174	0,7586207	0,741379	0,7586207	0,862069	0,7586207	0,791034	0,820689	0,941379	0,8775862	0,898532	0,791034	0,862069	0,517404	0,791034	0,7586207	0,7586207	0,7586207	0,7586207	0,7586207	0,7586207	0,7586207	0,7586207	0,7586207	0,7586207	0,7586207	0,7586207	0,7586207	0,7586207	0,7586207	0,7586207	
		0,448276	0,2413793	0,278621	0,2413793	0,157931	0,2413793	0,268966	0,3793103	0,7586207	0,174138	0,310448	0,268966	0,157931	0,4877586	0,268966	0,413793	0,2413793	0,2413793	0,2413793	0,2413793	0,2413793	0,2413793	0,2413793	0,2413793	0,2413793	0,2413793	0,2413793	0,2413793	0,2413793	0,2413793	0,2413793	
		0,229215	0,1831153	0,1997622	0,1831153	0,1189061	0,1831153	0,1840904	0,23454	0,1831153	0,1426873	0,2140309	0,1640904	0,1189061	0,2497027	0,1640904	0,1831153	0,1831153	0,1831153	0,1831153	0,1831153	0,1831153	0,1831153	0,1831153	0,1831153	0,1831153	0,1831153	0,1831153	0,1831153	0,1831153	0,1831153	0,1831153	
		316,08799	149,16766	190,71819	158,42449	163,47681	166,48108	146,03924	254,48137	345,41974	159,71819	185,03924	158,42449	147,08444	269,93317	158,42449	150,20571	167,4887	188,83472	159,44134	151,24138	315,50892	232,24138	173,42449	191,63636	153,96029							
		0,4529681	0,74772	0,5701042	0,651153	-0,349317	0,5058443	0,5713824	0,0310384	0,596813	0,4024087	0,7084828	0,3694574	-0,0470839	0,4686447	0,7231912	0,358257	0,487738	0,1869185	0,1869185	0,1869185	0,1869185	0,1869185	0,1869185	0,1869185	0,1869185	0,1869185	0,1869185	0,1869185	0,1869185	0,1869185	0,1869185	
		valid	valid	valid	valid	valid	valid	valid	valid	valid	valid	valid	valid	valid	valid	valid	valid	valid	valid	valid													
		14	14	13	14	11	15	15	9	7	11	14	14	12	12	14	15	14	10	15	15	10	11	15	14	12							
		15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	
		14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
		DP	0,6	0,4	0,3333333	0,4	-0,1	0,3333333	0,4666667	0	0,4666667	0,4	0,3333333	0,3333333	0,6666667	0,6	0,3333333	0,3333333	0,3333333	0,3333333	0,3333333	0,3333333	0,3333333	0,3333333	0,3333333	0,3333333	0,3333333	0,3333333	0,3333333	0,3333333	0,3333333	0,3333333	
		BAIK	CUKUP	CUKUP	CUKUP	LELEK	BAIK	CUKUP	LELEK	BAIK	CUKUP	BAIK	CUKUP	LELEK	BAIK	CUKUP	BAIK	CUKUP	LELEK	BAIK	CUKUP	BAIK	CUKUP										
		19	22	21	22	23	22	23	18	7	24	20	25	25	15	23	22	22	22	22	22	10	18	21	20	20	24	25					
		19,115789	19,865656	18,809254	19,454545	16,96	19,090909	19,150453	17,777778	23	18,483333	20,05	18,608696	17,56	19,933333	19,211759	19,818182	19,045455	18,045455	19,409091	19,772727	22,6	19,333333	19,666667	19,7	17,933333							
		Me																															
		18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069	18,62069
		0,651174	0,7586207	0,741379	0,7586207	0,862069	0,7586207	0,791034																									



MODUL

PEMELIHARAAN SISTEM BAHAN BAKAR MOTOR DIESEL

untuk SMK kelas XI

YONATHAN ITO

KATA PENGANTAR

Modul Pemeliharaan Sistem Bahan Bakar Diesel ini dapat digunakan sebagai pedoman kegiatan belajar siswa SMK dengan Program Keahlian: Teknik Otomotif, untuk mencapai salah satu subkompetensi yaitu memelihara sistem bahan bakar motor diesel.

Modul ini memberikan latihan kepada siswa untuk mempelajari pemeliharaan sistem bahan bakar diesel khususnya pemeliharaan sistem dan komponen injeksi bahan bakar diesel dengan pompa injeksi distributor tipe VE.

Modul ini terdiri dari 3 kegiatan belajar, Kegiatan belajar pertama membahas prinsip kerja sistem injeksi bahan bakar diesel. Selanjutnya kegiatan belajar kedua membahas sistem dan komponen injeksi bahan bakar diesel yang perlu dipelihara. Sedangkan kegiatan belajar ketiga membahas langkah kerja pemeliharaan/servis sistem dan komponen injeksi bahan bakar diesel. Semoga modul ini dapat bermanfaat bagi para siswa SMK dengan Program Keahlian: Teknik Otomotif yang sedang belajar tentang materi Pemeliharaan Sistem Bahan Bakar motor diesel.

Penyusun menyarankan pembaca atau siswa juga mencari referensi lain mengenai pemeliharaan sistem bahan bakar motor disel, dan juga saran serta masukan yang konstruktif terhadap modul ini sangat penyusun harapkan.

Semarang, Mei 14

Penyusun

Yonathan Ito

DAFTAR ISI MODUL

HALAMAN SAMPUL.....	84
KATA PENGANTAR	85
DAFTAR ISI	86
PERISTILAHAN/GLOSSARY	87
A. KEGIATAN BELAJAR	
1. Kegiatan Belajar 1 : Prinsip Kerja Sistem Injeksi Bahan Bakar Diesel	88
a. Uraian materi 1.....	89
b. Rangkuman1	99
c. Tes formatif 1	100
d. Kunci jawaban formatif 1	100
2. Kegiatan Belajar 2 : Sistem dan Komponen Injeksi Bahan Bakar Diesel yang perlu dipelihara/servis	101
a. Uraian materi 2	101
b. Rangkuman 2.....	120
c. Tes formatif 2.....	121
d. Kunci jawaban formatif 2	122
3. Kegiatan Belajar 3 : Langkah kerja Pemeliharaan Sistem dan Komponen injeksi Bahan Bakar Diesel	124
a. Uraian materi 3.....	124
b. Rangkuman 3.....	137
c. Tes formatif 3	138
d. Kunci jawaban formatif 3	138
DAFTAR PUSTAKA.....	140

PERISTILAHAN / GLOSSARY

Automatic timer yaitu komponen yang berfungsi memajukan saat injeksi ketika pada akselerasi.

Prestroke yaitu Langkah plunyer dalam elemen pompa injeksi sebaris dari posisi saat akan bergerak ke atas sampai menutup lubangmasuk

Direct injection yaitu sistem injeksi langsung dari nosel injeksi ke ruangbakar

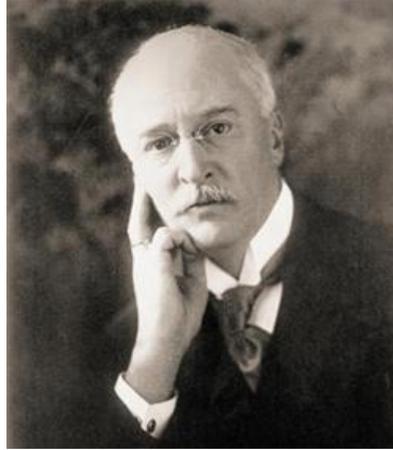
Control Rack yaitu batang pengatur posisi plunyer melalui pengotrol pinion dan pengontrol geser

Injection nozzle yaitu komponen pada sistem injeksi yang berfungsi menginjeksi dan mengabutkan bahan bakar ke dalam silinder.

Delivery valve sama halnya dengan katup pada elemen pompa yang berfungsi agar bahanbakar yang telah diinjeksikan oleh elemen poma tidak mengalir ke dalam elemen pompa

Priming pump yaitu komponen pada pompa injeksi yang berfungsi untuk mengalirkan bahan bakar dari tanmngki ke rumah pompa

BAB I



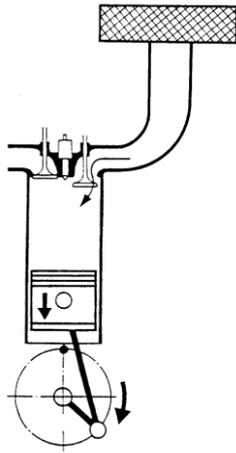
Gambar 1. Rudolf Diesel

Rudolf Diesel ialah merupakan penemu dari mesin diesel. Pria kelahiran Paris, Prancis, 18 Maret 1858 ini mendapat hak paten untuk mesin pemacu kompresi yang ia temukan, atau biasa disebut mesin diesel pada 23 februari 1893, namun mesin Diesel baru dapat dioperasikan dengan baik pada tahun 1897. Penamaan mesin diesel inipun didasari untuk menghormati jasanya.

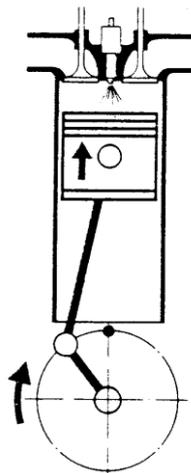
Pada motor diesel komponen yang terdapat padanya berbeda dengan motor bensin, dimana sistem pembakaran bahan bakarnya tidak membutuhkan aliran listrik, tetapi baterai dipakai juga dalam motor diesel guna menjalankan (awal perputaran) dari mesin.

Perbedaan pokok antara motor diesel dengan motor bensin adalah dalam penggunaan bahan bakar dan pembakarannya. Pada motor bensin campuran udara dan bensin dimasukkan ke dalam silinder dan di bakar dengan bantuan percikan api dari busi, sedangkan pada motor diesel yang dihisap hanya udara saja dan dikompresikan sampai tekanan dan temperatur naik. Bahan bakar pada mesin diesel diinjeksikan atau dikabutkan ke dalam silinder mendekati akhir langkah kompresi melalui pengabut (nozel) pompa injeksi dan bahan bakar terbakar sendiri, maka perbandingan kompresinya harus berada antara 15-22 dan tekanan kompresi antara 26-40 Kg/cm² serta suhu udara kompresi kira-kira 600°C.

A. Prinsip Kerja Mesin Diesel



Gambar 2. Langkah hisap



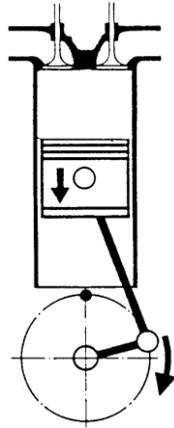
Gambar 3. Langkah kompresi

Langkah Hisap

Pada langkah hisap, udara dimasukkan ke dalam silinder. Torak membentuk kevakuman di dalam silinder seperti pada mesin bensin, Torak bergerak ke bawah dari Titik Mati Atas (TMA) ke Titik Mati Bawah (TMB). Terjadinya vakum ini menyebabkan katup hisap terbuka dan kemungkinan udara segar masuk ke dalam silinder. Katup buang tertutup selama langkah hisap.

Langkah Kompresi

Pada langkah kompresi, torak bergerak dari titik mati bawah menuju titik mati atas. Pada saat ini kedua katup tertutup. Udara yang dihisap selama langkah hisap ditekan sampai tekanannya naik sekitar 30 kg/cm² (427 psi, 2,942 kpa) dengan temperatur sekitar 500 – 800° C (932 - 1472 oF).



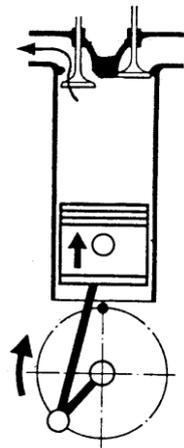
Gambar 4. Langkah Pembakaran/ Usaha

Langkah Pembakaran/ Usaha

Udara yang terdapat di dalam silinder di dorong ke ruang bakar pendahuluan (precombustion chamber) yang terdapat pada bagian atas masing – masing ruang bakar.

Pada akhir langkah pembakaran, ignition nozzle terbuka dan menyembrotkan kabut bahan bakar ke dalam ruang bakar pendahuluan dan campuran udara bahan bakar selanjutnya terbakar oleh panas yang dibangkitkan oleh tekanan.

Panas dan tekanan keduanya naik secara mendadak dan bahan bakar yang tersisa pada ruang bakar pendahuluan ditekan ke ruang bakar utama di atas piston. Kejadian ini menyebabkan bahan bakar terurai menjadi partikel – partikel kecil dan bercampur dengan udara pada ruang bakar utama (main combustion) dan terbakar dengan cepat. Energi pembakaran mengekspansikan gas dengan sangat cepat dan piston terdorong ke bawah. Gaya yang mendorong piston ke bawah diteruskan ke batang piston dan poros engkol, kemudian dirubah menjadi gerak putar untuk memberi tenaga pada mesin.



Gambar 5. Langkah buang

Langkah Buang

Pada saat piston menuju titik mati bawah, katup buang terbuka dan gas pembakaran dikeluarkan melalui katup buang pada saat piston bergerak ke atas lagi. Gas akan terbuang habis pada saat piston mencapai titik mati atas, dan setelah itu proses dimulai lagi dengan langkah hisap.

Selama mesin menyelesaikan 4 langkah (hisap, kompresi, pembakaran, dan buang), poros engkol berputar 2 kali dan menghasilkan satu tenaga. Ini disebut dengan “*siklus diesel*”.

B. Proses pembakaran pada mesin diesel

Proses pembakaran dibagi menjadi 4 periode:

1. Periode pertama: Waktu pembakaran tertunda (delay period) A -B

Pada periode ini disebut fase persiapan pembakaran, karena partikel-partikel bahan bakar yang diinjeksikan bercampur dengan udara di dalam silinder agar mudah terbakar. Penambahan tekanan dalam hal ini diakibatkan oleh perubahan posisi poros engkol.

2. Periode kedua: Perambatan api (pembakaran eksplosif) B-C

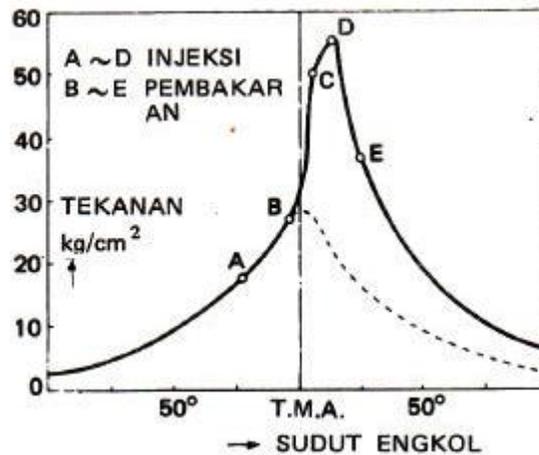
Pada periode 2 ini campuran bahan bakar dan udara tersebut akan terbakar di beberapa tempat. Nyala api akan merambat dengan kecepatan tinggi sehingga seolah-olah campuran terbakar sekaligus, sehingga menyebabkan tekanan dalam silinder naik. Periode ini sering disebut periode ini sering disebut pembakaran letup. Kenaikan tekanan pada periode ini sesuai dengan jumlah campuran yang tersedia pada langkah pertama.

3. Periode ketiga: Pembakaran langsung (C-D)

Akibat nyala api dalam silinder, maka bahan bakar yang diinjeksikan langsung terbakar. Pembakaran langsung ini dapat dikontrol dari jumlah bahan bakar yang diinjeksikan, sehingga periode ini sering disebut periode pembakaran dikontrol.

4. Periode keempat: Pembakaran lanjut (D-E)

Injeksi berakhir di titik D, tetapi bahan bakar belum terbakar semua. Jadi walaupun injeksi telah berakhir, pembakaran masih tetap berlangsung. Bila pembakaran lanjut terlalu lama, temperatur gas buang akan tinggi menyebabkan efisiensi panas turun.



Gambar 6. Proses pembakaran motor diesel

C. Bentuk ruang bakar mesin diesel

Ada dua tipe ruang bakar pada mesin diesel:

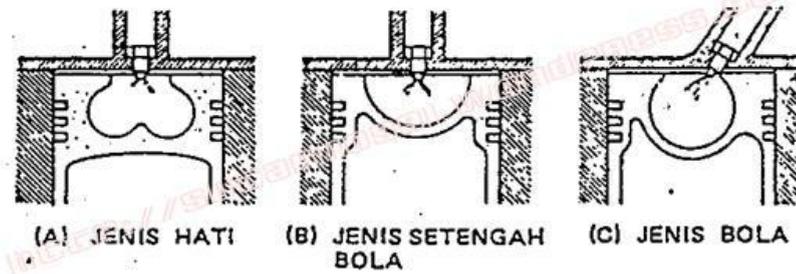
1. Tipe ruang bakar langsung (direct combustion chamber).
2. Tipe ruang bakar tambahan (auxilliary combustion chamber).

Ruang bakar tambahan ada tiga jenis, yakni :

- a. Ruang bakar muka (precombustion chamber).
- b. Ruang bakar pusar (turbulence/ swirl combustion chamber)
- c. Ruang bakar air cell (power cell/ energy cell)

1. Ruang bakar langsung

Ruang pembakaran utama dibentuk di ujung kepala piston dan injector nozzle diatas bagian tengah dari piston, jadi semprotan dari ujung nozzle akan terkirim merata. Penyemprotan bertepatan dengan udara dan butiran kecil bahan bakar yang akan dihilangkan pada ruang hampa didalam ruang bakar.



Gambar7. Macam-macam bentuk ruang bakar langsung

Keuntungan ruang bakar langsung:

- a. Efisiensi panas lebih tinggi.
- b. Energi dihasilkan pada pembakaran langsung di kepala piston.
- c. Silinder dan piston mendapatkan beban yang minimal saat pembakaran, karena suhu pembakaran yang rendah.
- d. Berkurangnya konsumsi bahan bakar sampai 20% dari ruang bakar precombustion chamber.

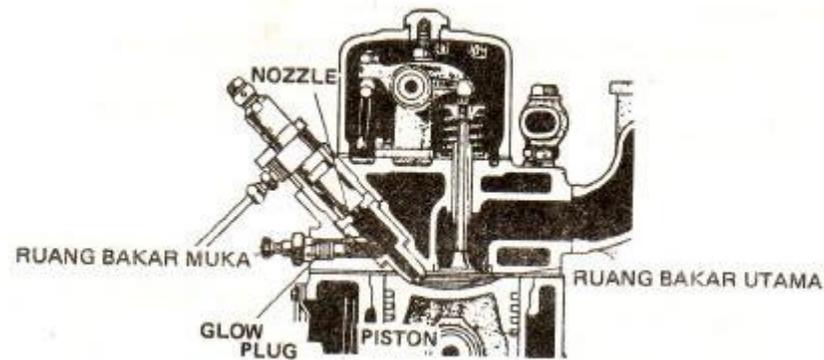
Kerugian ruang bakar langsung:

- a. Kontrol emisi sukar.
- b. Mesin cenderung sensitif untuk bahan bakar dan timing.
- c. Membutuhkan tekanan nozzle yang tinggi, sehingga sistem injeksi bahan bakarnya lebih kompleks.

2. Ruang bakar injeksi tidak langsung

a. Ruang bakar kamar muka(precombustion chamber)

Pada ruang bakar motor diesel ini, bahan bakar disemprotkan ke dalam ruang bakar pendahuluan/ kamar muka yang telah dipanaskan dan disinilah awal pembakaran terjadi untuk mendapatkan campuran yang baik kemudian dilanjutkan dengan pembakaran utama di ruang bakar utama.



Gambar8. Ruang bakar kamar muka

Keuntungan ruang bakar muka adalah:

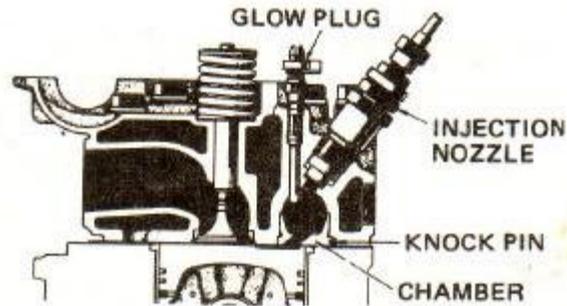
- 1) Jenis bahan bakar yang digunakan lebih luas, karena turbulensinya sangat baik untuk pengabutan.
- 2) Perawatan pompa injeksi lebih mudah karena tekanan injeksi lebih rendah dan tidak terlalu peka terhadap perubahan saat injeksi
- 3) Detonasi berkurang serta mesin bekerja lebih baik karena menggunakan nozzle lubang banyak.

Kerugian ruang bakar muka adalah:

- 1) Biaya pembuatan lebih mahal sebab perencanaan kepala silinder lebih rumit
- 2) Memerlukan motor starter yang besar dan kemampuan start lebih jelek sehingga harus menggunakan alat pemanas
- 3) Pemakaian bahan bakar boros.

b. Ruang bakar kamar pusar (Turbulence/ swirl combustion chamber)

Ruang bakar kamar pusar biasanya digunakan pada motor diesel yang digunakan untuk mobil penumpang. Pembakaran pendahuluan terjadi dalam ruang bakar tambahan yang berbentuk bola (ruang bakar kamar pusar) yang dihubungkan dengan ruang bakar utama yang dihubungkan melalui sebuah leher yang membentuk sudut tangensial.



Gambar9. Ruang bakar kamar pusar

Pusaran udara yang kuat dibangkitkan selama langkah kompresi, dan bahan bakar diinjeksikan ke dalam udara berpusar ini. Sehingga bahan bakar dapat bercampur secara homogen dengan udara.

Pada awal proses pembakaran, campuran udara bahan bakar disemprotkan kedalam ruang bakar utama melalui saluran leher dan dicampur dengan udara sisa pembakaran.

Keuntungan ruang bakar pusar adalah:

- 1) Dapat menghasilkan putaran tinggi, karena turbulensi yang sangat baik pada saat kompresi.
- 2) Gangguan pada nozzle berkurang karena menggunakan nozzle tipe pin.
- 3) Putaran mesin lebih tinggi dan operasinya lebih lembut, menyebabkan jenis ini cocok untuk mobil.

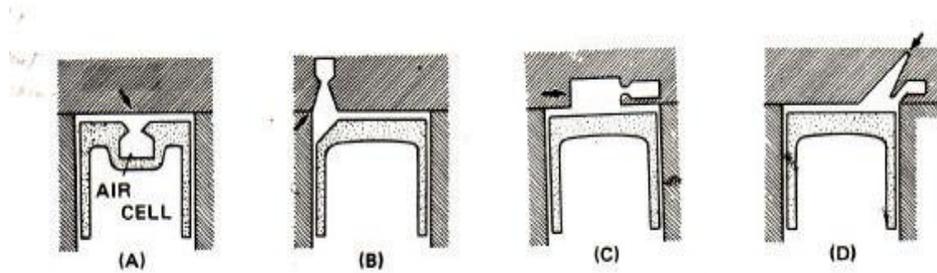
Kerugian ruang bakar pusar adalah:

- 1) Konstruksi kepala silinder rumit.
- 2) Efisiensi panas dan pemakaian bahan bakar lebih boros dibandingkan dengan tipe ruang bakar langsung.
- 3) Penggunaan alat pemanas tidak begitu efektif, sebab ruang bakar sangat luas.
- 4) Detonasi lebih besar pada kecepatan rendah.

c. Ruang bakar Air Cell

Pada ruang bakar air cell ini bahan bakar disemprotkan langsung ke dalam air cell dan terbakar langsung di ruang bakar utama. Sebagian bahan bakar yang disemprotkan ke air cell dan terbakar, mengakibatkan tekanan dalam air

cell bertambah. Bila torak bergerak ke TMB, udara dalam air cell keluar ke ruang bakar utama membantu menyempurnakan pembakaran.



Gambar 10. Ruang bakar air cell

Keuntungan ruang bakar air cell adalah:

- 1) Mesin bekerja lebih lembut karena pembakaran terjadi secara berangsur-angsur
- 2) Tidak memerlukan pemanas.
- 3) gangguan nozzle berkurang karena menggunakan nozzle tipe pin.

Kerugian ruang bakar air cell adalah:

- 1) Saat injeksi bahan bakar sangat mempengaruhi kemampuan mesin.
- 2) Suhu gas buang sangat tinggi karena pembakaran lanjut sangat panjang.
- 3) Bahan bakar boros.

D. Penyaluran bahan bakar pada mesin diesel

Berdasarkan uraian tentang prinsip kerja mesin diesel yang membakar bahan bakar berdasarkan suhu kompresi secara bertahap, maka penyaluran bahan bakar pada mesin

diesel harus memenuhi syarat:

1. Mesin diesel harus mempunyai perbandingan kompresi yang tinggi agar mempunyai suhu dan tekanan kompresi yang tinggi sehingga mampu membakar bahan bakar yang diinjeksikan ke dalam ruang bakar. Bahan bakar mesin diesel mempunyai sifat titik nyalanya tinggi sehingga harus dibuat menjadi partikel atau butiran yang lebih kecil.
2. Agar bahan bakar yang diinjeksikan ke dalam silinder mesin diesel dapat mudah terbakar maka diperlukan ruang bakar yang dapat memungkinkan bahan bakar dan

udara dapat bercampur secara homogen dalam bentuk partikel yang lebih kecil-kecil dari sebelumnya.

3. Di samping mesin diesel harus memiliki ruang bakar yang memungkinkan atomisasi bahan bakar, maka bahan bakar yang disalurkan ke dalam ruang bakar harus dengan injeksi. Dengan injeksi maka bahan bakar akan berbentuk partikel-partikel atau butiran-butiran yang kecil. Oleh karena itu dalam mesin diesel diperlukan peralatan untuk injeksi yaitu pompa injeksi dan injector (pengabut). Pompa injeksi berfungsi menekan bahan bakar dari tangki ke injector, sedangkan injector berfungsi menyemprotkan bahan bakar tepat waktu ketika diperlukan pada akhir langkah kompresi.
4. Berdasarkan 3 hal di atas maka pada mesin diesel diperlukan suatu sistem bahan bakar yang dapat memenuhi syarat agar terjadi pembakaran yang baik. Sistem bahan bakar yang baik harus terdiri dari komponen-komponen yang baik pula.

E. Perbedaan motor diesel dengan motor bensin

1. keunggulan motor diesel dibandingkan motor bensin:
 - a. Motor diesel memiliki kehandalan(reliabilitas) kerja yang tinggi
 - b. Bahan bakar yang murah.
 - c. Daya yang lebih besar tiap satuan bensin.
 - d. Pemakaian bahan bakar yang lebih hemat.
 - e. Lebih aman dari bahaya kebakaran.
 - f. Momen mesin yang lebih tinggi
2. Kelemahan motor diesel dibandingkan motor bensin:
 - a. Geratan mesin yang lebih tinggi dan suara yang dihasilkan lebih keras atau hampir dua kali lipat dari motor bensin, karena tekanan yang tinggi saat pembakaran(hampir 60 kg/cm²).
 - b. Polusi asap yang lebih banyak dihasilkan.
 - c. Pemeliharaan motor diesel lebih sukar dibandingkan motor bensin, khususnya pada sistem bahan bakar.
 - d. Membutuhkan kapasitas baterai dan motor stater yang lebih besar untuk memutar poros engkol dengan kompresi tinggi.

Berikut adalah bagan singkat yang menjelaskan perbedaan antara motor diesel dan bensin.

Tabel 1. Perbedaan motor bensin dan motor diesel

Item	Motor Diesel	Motor Bensin
Getaran suara	Besar	Kecil
Rasio kompresi	15-22	6-12
Ruang bakar	Rumit	Sederhana
Percampuran bahan bakar	Diinjeksikan pada akhir langkah	Dicampur dalam karburator
Metode penyalaaan	Terbakar sendiri	Percikan busi
Bahan bakar	Solar	Bensin
Siklus Pembakaran	Siklus Sabathe	Siklus Otto
Efisiensi panas (%)	30-40	22-30

F. Rangkuman

1. Motor diesel disebut juga motor penyalaaan kompresi (compression ignition engine), karena karena penyalaaannya tidak menggunakan busi sebagai pematik, melainkan diakibatkan oleh suhu dan tekanan kompresi yang tinggi didalam ruang bakar.
2. Proses pembakaran motor diesel berlangsung pada empat tahapan, yakni : pembakaran tertunda, perambatan, pembakaran langsung, pembakaran lanjut.
3. Ada dua jenis ruang bakar pada mesin diesel, ruang bakar langsung dan ruang bakar tambahan. Macam ruang bakar tambahan adalah ruang bakar muka, ruang bakar pusat, dan ruang bakar air cell.
4. Penyaluran bahan bakar pada mesin diesel harus memenuhi syarat syarat yaitu: mesin memiliki perbandingan kompresi yang tinggi, memiliki ruang bakar yang memungkinkan turbulensi penyampuran bahan bakar secara baik, bahan bakar harus ditekan dengan pompa injeksi dan injector harus menyemprotkan bahan bakar tersebut dalam bentuk kabut atau partikel kecil. Oleh karena itu pada mesin diesel diperlukan sistem bahan bakar yang didukung komponen yang baik.
5. Perbedaan motor diesel dan motor bensin dapat ditinjau dari: siklus pembakaran, rasio kompresi, ruang bakar, penyampuran bahan bakar, metode penyalaaan, jenis bahan bakar, getaran, suara, dan efisiensi panas.

G. Soal

1. Jelaskan prinsip kerja dari mesin diesel ?
2. Sebutkan jenis-jenis ruang bakar beserta contoh macam bentuknya ?
3. Mengapa mesin diesel tidak membutuhkan busi seperti motor bensin pada saat proses pembakaran ?
4. Jelaskan yang dimaksud dengan detonasi dan bagaimana cara mencegahnya ?
5. Sebutkan 5 perbedaan antara mesin diesel dengan mesin bensin ?

H. Jawaban

1. Prinsip kerja mesin diesel adalah seperti pada mesin bensin hanya saja yang diisap adalah hanya udara, dan bahan bakar baru disemprotkan di saat akhir kompresi dan bahan bakar menyala karena suhu kompresi.
2. a. Ruang bakar langsung : bentuk hati, bentuk setengah bola, bentuk bola
b. Ruang bakar tidak langsung/ tambahan : bentuk kamar muka, bentuk kamar puser, bentuk air cell.
3. Karena pada mesin diesel proses pembakaran yang terjadi pada ruang bakar tidak menggunakan percikan api namun hanya dengan udara yang dihisap lalu dikompresikan didalam ruang bakar dengan tekanan dan suhu yang tinggi.
4. Detonasi/ knocking adalah Tertahannya piston sebelum mencapai TMA oleh tekanan pembakaran akibat pembakaran tertunda yang telalu lama pada ruang bakar, hal ini akan menimbulkan suara dan getaran yang keras dan kasar.
5. Perbedaan motor diesel dan motor bensin :
 - a. Rasio kompresi motor diesel adalah 15-22, sedangkan motor bensin adalah 6-12.
 - b. Getaran dan suara yang dihasilkan motor diesel besar, sedangkan motor bensin kecil.
 - c. Siklus pembakaran pada motor diesel adalah siklus sabathe, sedangkan motor bensin adalah siklus otto.
 - d. Pencampuran bahan bakar pada motor disel adalah pada akhir langkah kompresi, sedangkan pada motor bensin dicampur didalam karburator.
 - e. Efisiensi panas pada motor disel yakni berkisar 30-40% sedangkan pada motor bensin berkisar 20-30%.

BAB II

A. Sistem Injeksi Bahan Bakar Mesin Diesel

Sistem injeksi bahan bakar seringkali dikatakan sebagai suatu sistem penginjeksian bahan bakar yang melibatkan komponen-komponen sistem injeksi bahan bakar yang bertujuan untuk mendapatkan energy dari motor diesel.

Sistem ini bertugas menghisap bahan bakar dari tangki, lalu memompakan bahan bakar tersebut dan menyalurkannya untuk diinjeksikan guna mendapatkan tenaga dari mesin.

Namun untuk mendapatkan efisiensi suhu tinggi dan emisi rendah pada motor diesel sangatlah berhubungan dengan sistem injeksi bahan bakarnya. Pemilihan letak injector (*injector holder*) dan *nozzle* juga bergantung dengan bagaimana jenis ruang bakar dan tipe dari sistem injeksi bahan bakar itu sendiri.

Jadi dapat dikatakan bahwa sistem injeksi bahan bakar yang baik akan menghasilkan tenaga yang optimal dari mesin, akan tetapi akan menjadi kurang optimal bila sistem penginjeksian bahan bakarnya kurang baik. Itulah mengapa pada mesin diesel sering didapati istilah bila sistem injeksi bahan bakar pada motor diesel merupakan jantung hidup dari mesin diesel.

B. Fungsi Sistem Injeksi Bahan Bakar

Fungsi dari mesin diesel adalah:

1. Menyimpan bahan bakar
2. Menyaring bahan bakar
3. Memompa atau menginjeksikan bahan bakar ke ruang bakar
4. Mengabutkan bahan bakar kedalam ruang silinder
5. Memajukan saat penginjeksian bahan bakar
6. Mengatur kecepatan mesin sesuai beban melalui pengaturan penyaluran bahan bakar
7. Mengembalikan kelebihan bahan bakar ke dalam tangki

C. Syarat Sistem Injeksi Bahan Bakar

Sistem injeksi bahan bakar mesin diesel harus memenuhi syarat sebagai berikut:

1. Memberikan sejumlah tertentu bahan bakar. Sistem injeksi bahan bakar harus setiap saat tertentu memberikan sejumlah tertentu bahan bakar ke tiap-tiap silinder mesin diesel.

2. Menepatan saat penginjeksian bahan bakar Bahan bakar harus diinjeksikan ke dalam silinder tepat pada saat kemungkinan mesin diesel mampu menghasilkan tenaga yang maksimum. Bahan bakar yang diinjeksikan terlalu cepat atau terlalu lambat selama langkah usaha menyebabkan terjadinya kerugian tenaga.
3. Mengendalikan kecepatan pengiriman bahan bakar. Kerja mesin diesel yang halus pada tiap-tiap silinder tergantung pada lama waktu yang diperlukan untuk menginjeksikan bahan bakar. Kecepatan mesin yang lebih tinggi harus dicapai dengan pemasukan bahan bakar yang lebih cepat pula.
4. Mengabutkan bahan bakar. Bahan bakar harus sepenuhnya tercampur dengan udara untuk pembakaran sempurna. Dalam hal ini bahan bakar harus dikabutkan menjadi partikel-partikel yang halus. Dengan demikian penginjeksian bahan bakar ke dalam silinder mesin diesel harus pada saat yang tepat dan jumlah yang tepat pula sesuai dengan jumlah yang diperlukan.

D. Komponen Sistem Injeksi Bahan Bakar Diesel

Terdapat dua macam tipe sistem injeksi pada mesin diesel, yaitu :

1. Sistem bahan bakar dengan pompa injeksi in Line (sebaris).
2. Sistem bahan bakar dengan pompa injeksi distributor.

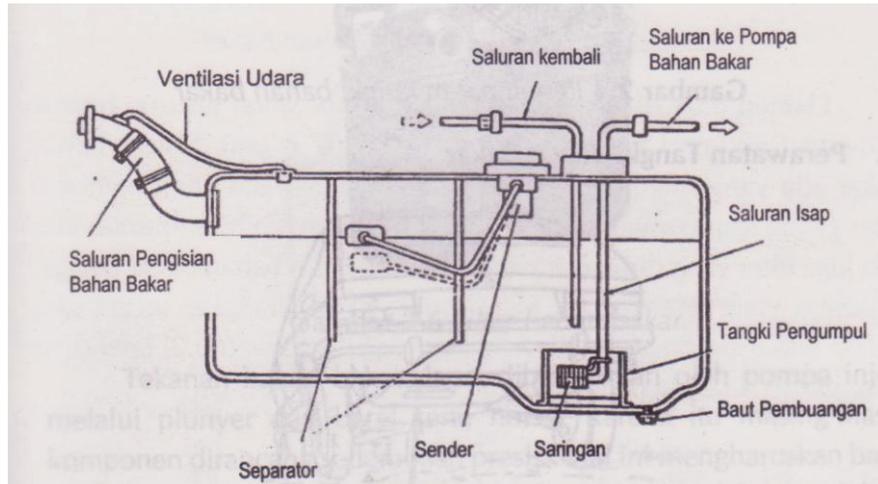
komponen utama sistem injeksi bahan bakar pada mesin diesel adalah sebagai berikut:

- a. Tangki bahan bakar(fuel tank)
- b. Saringan bahan bakar (fuel filter)
- c. Pompa penyalur bahan bakar (fuel transfer pump)
- d. Pompa penginjeksian bahan bakar (fuel injection pump)
- e. Pipa-pipa penginjeksian bahan bakar (fuel injection lines)
- f. Injektor (fuel injector)
- g. Pipa-pipa pembalik bahan bakar (fuel return lines)

Namun terdapat pula komponen tambahan yang biasanya terdapat pada mesin diesel, yakni :

- a. Pengatur kecepatan (governor)
- b. Pengaturan untuk memajukan saat penginjeksian otomatis (advancer/ automatic timer)

a. Tangki Bahan Bakar



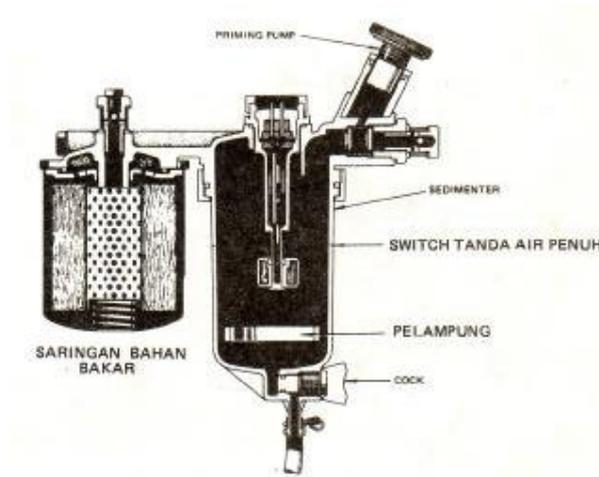
Gambar 11. Konstruksi tangki bahan bakar

Tangki bahan bakar berfungsi untuk menampung atau menyimpan bahan bakar. Bentuk dari tangki bahan bakar menyesuaikan dengan rangkaian komponen mesin dan ukuran kendaraan. Semakin besar model suatu kendaraan maka akan semakin besar pula ukuran dari tangki bahan bakarnya.

Dalam satu buah tangki bahan bakar, terkadang terdapat empat sampai lima macam lubang, yakni lubang pengisian bahan bakar, lubang pendistribusian bahan bakar, lubang pernafasan (ventilasi), dan lubang pengeringan tangki. Namun terkadang terdapat pula lubang saluran kebocoran pada tangki (*fuel overflow*).

Lubang ventilasi pada sebuah tangki memiliki fungsi untuk mencegah timbunan gas yang dihasilkan oleh bahan bakar. Bilamana suatu ruangan dalam keadaan tertutup rapat dan terus-menerus menghasilkan gas maka dimungkinkan terjadinya ledakan saat tangki tersebut dikenai suhu tertentu yang berhasil mengembangkan partikel dari gas yang dihasilkan bahan bakar dan tangki tidak dapat menampungnya lagi karena kapasitas tangki yang terbatas.

b. Saringan Bahan Bakar

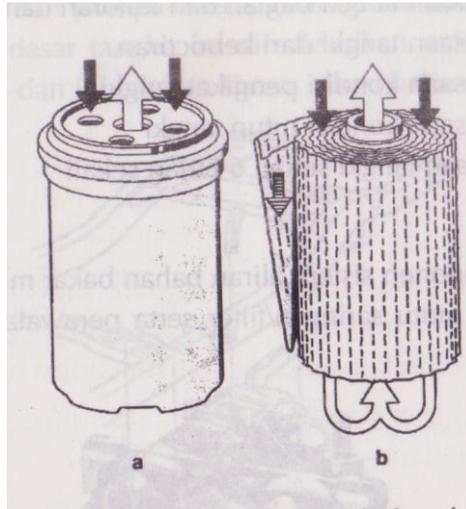


Gambar 12. Saringan bahan bakar dan sendimeter

Umur komponen sistem aliran bahan bakar motor diesel sangat ditentukan oleh mutu saringan/ filter serta perawatan berkala sistem bahan bakar. Tekanan bahan bakar dapat dibangkitkan oleh pompa injeksi melalui plunyer dan barel serta nozel.

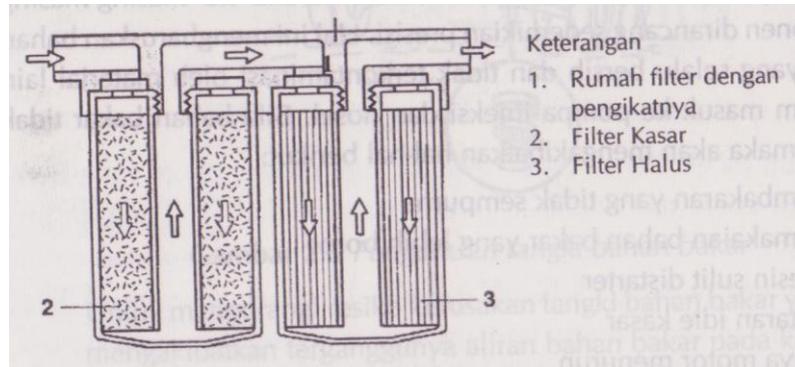
Karena itu masing-masing komponen dirancang sedemikian presisi. Hal ini mengharuskan bahan bakar yang selalu bersih dan tidak terkontaminasi oleh material lain sebelum masuk ke pompa injeksi dan nosel. Bila bahan bakar tidak bersih maka akan mengakibatkan hal-hal berikut :

- 1) Pembakaran yang tidak sempurna
- 2) Pemakaian bahan bakar yang lebih boros
- 3) Mesin sulit distarter
- 4) Putaran idle kasar
- 5) Daya motor menurun
- 6) Kerusakan komponen sistem bahan bakar yang lebih cepat.



Gambar 13. Konstruksi filter bahan bakar

Elemen filter biasanya terbuat dari kertas spiral disusun bentuk V dengan pori-pori yang halus (sekitar $8\mu\text{m}$). Sistem tem bahan bakar motor diesel ada yang menggunakan filter tunggal dan ada pula yang menggunakan filter ganda agar penyaringan yang lebih sempurna. Namun ada pula filter yang dirangkai parallel untuk sistem bahan bakar yang berkapasitas besar. Filter ganda yang dirangkai secara seri bahan bakar disaring terlebih dahulu pada filter kasar (no.2), selanjutnya baru filter yang lebih halus (no.3).

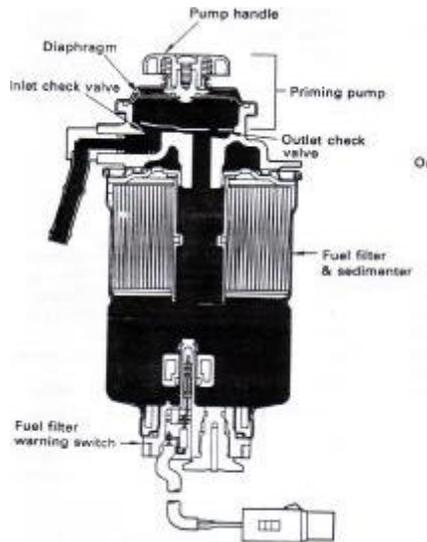


Gambar 14. Filter bahan bakar tipe ganda

Sistem yang menggunakan sistem aliran pompa injeksi tipe VE/ distributor biasanya dilengkapi dengan pemisah air (water separator). Fungsinya adalah untuk memisahkan air yang ikut mengalir di dalam sistem aliran bahan bakar.

c. Pompa Bahan Bakar

1) Pompa Pengalir (Fuel Transfer Pump)

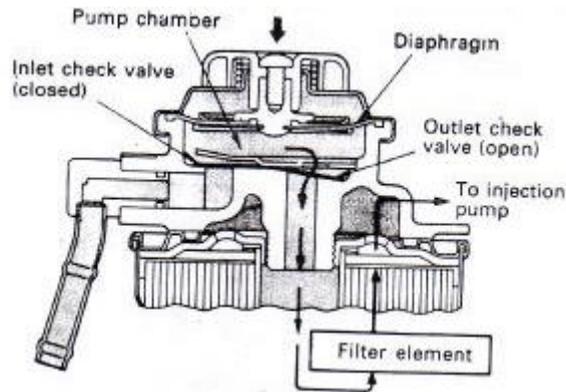


Gambar 15. Pompa pemindah atau pengalir bahan bakar

Fungsi pompa pengalir bahan bakar adalah untuk menghisap bahan bakar dari tangki dan memberi gaya/ menekan bahan bakar ke ruang pompa injeksi melalui saringan/ filter. pompa ini disebut juga pompa pemberi (feed pump) atau pompa pencatu bahan bakar (fuel supply pump/ priming pump).

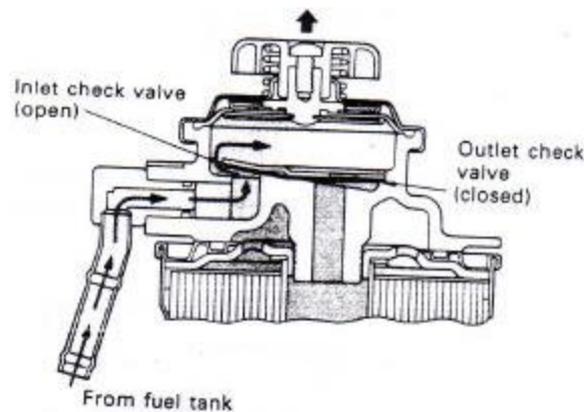
Agar elemen pompa elemen pompa mampu mensuplai bahan bakar pada kecepatan tinggi, harus tersedia bahan bakar yang cukup didalam ruang bahan bakar pompa injeksi, oleh karena itu pompa pengalir diperlukan untuk mengirimkan bahan bakar ke pompa injeksi dengan tekanan tertentu yang besarnya berkisar antara 1,8-2,2 kg/cm²(25,6-31,1 psi).

Priming pump untuk pompa injeksi distributor ini dilengkapi dengan penyaring bahan bakar dan sedimenter. Cara kerjanya priming pump ini adalah sebagai berikut: Tekan handle pompa diafragma ke bawah dan bahan bakar atau udara dalam ruang pompa akan membuka outlet check valve dan mengalir ke saringan bahan bakar. Pada saat yang sama inlet check valve akan menutup dan mencegah bahan bakar mengalir kembali.



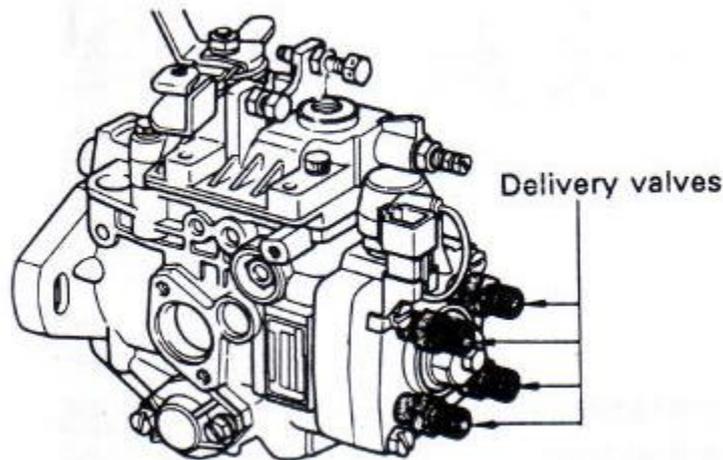
Gambar 16. Penekanan priming pump untuk membuang udara

Bila handle pompa dibebaskan, tegangan pegas mengembalikan diafragma ke posisi semula dan menimbulkan vakum di dalam ruang pompa. Hal tersebut menyebabkan inlet valve terbuka disebabkan adanya kevakuman dan bahan bakar akan mengalir ke dalam ruang pompa. Pada saat yang sama outlet valve akan menutup mencegah kembalinya aliran bahan bakar. Bekerjanya turun dan naik dengan berulang-ulang dan menyebabkan bahan bakar dikirim ke saringan bahan bakar. (gambar)



Gambar 17. Pengisian bahan bakar pada priming pump

2) Pompa Injeksi VE



Gambar 18. Pompa injeksi tipe VE

Fungsi pompa injeksi bahan bakar adalah untuk menyalurkan bahan bakar ke nozel injektor. Pompa injeksi distributor tipe VE ini dirancang dengan plunyer tunggal untuk mengatur banyaknya bahan bakar yang diinjeksikan dengan tepat dan membagi pemberian bahan bakar ke setiap silinder mesin sesuai dengan urutan penginjeksiannya. Kelebihan pompa injeksi distributor tipe VE adalah:

- a) Kompak dan ringan, karena hanya 4,5 kg dan komponen komponennya sedikit jumlahnya
- b) Mampu digunakan untuk mesin diesel putaran tinggi,
- c) Seragam dalam jumlah penginjeksian bahan bakar,
- d) Mudah dalam menghidupkan mesin,
- e) Putaran idle yang stabil,
- f) Pelumasan dengan bahan bakar sendiri,
- g) Mudah dalam penyetelan jumlah bahan bakar yang diinjeksikan,
- h) Dilengkapi dengan solenoid penghenti bahan bakar,
- i) Alat pengatur saat penginjeksian yang bekerja secara hidrolik
- j) Konstruksinya dirancang sedemikian rupa sehingga kalau terjadi mesin berputar balik, pompa tidak akan memberikan bahan bakar ke silinder.

Ciri-ciri dari pompa injeksi distributor (tipe VE) adalah sebagai berikut :

- a) Kecil, ringan dan mampu bekerja pada putaran tinggi.
- b) Penekanan bahan bakar dengan menggunakan plat nok(face cam plate) dan plunyer tunggal.

- c) Didalam unit pompa terdapat governor.
- d) Terdapat juga pengatur saat penyemprotan (auto timer) yang dikontrol oleh tekanan bahan bakar, dan pompa penyalur/ penghisap tipe rotari.
- e) Bahan bakar secara otomatis diputus saat kunci kontak dimatikan.
- f) Pelumasan elemen pompa dengan bahan bakar.

Contoh spesifikasi pompa distributor

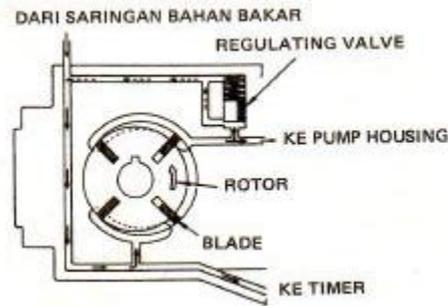
Tabel 2. Contoh Spesifikasi Pompa Distributor

Model	tipe distributor
Tipe	VE
Diameter	9 mm
Bentuk cam	face cam
Cam lift	2,2 mm
Governor/ regulator	sentrifugal
Timer	tipe tekanan bahan bakar
Berat	5 kg

Komponen dan cara kerja

- a) Pompa penyalur tipe vane/ rotari (feed pump) mengalirkan bahan bakar dari tangki melalui sedimenter, filter dan mengirimkannya kedalam rumah pompa distributor.
- b) Katup pembatas tekanan (regulating valve) mengontrol tekanan bahan bakar yang dihasilkan oleh feed pump yang akan dikirimkan kerumah pompa distributor.
- c) Kelebihan bahan bakar dikembalikan ke tangki melalui katup aliran lebih (over flow valve). Kelebihan bahan bakar tersebut juga digunakan sebagai pendingin.
- d) Pelat nok(face cam plate) digerakkan oleh poros penggerak pompa. Plunger pompa digerakkan oleh pelat nok dan bahan bakar diinjeksikan oleh putaran dan gerak bolak-balik plunyer ini.
- e) Banyaknya penyemprotan/ injeksi dikontrol oleh governor.
- f) Waktu injeksi dikontrol oleh timer(timer piston) yang dioperasikan oleh tekanan bahan bakar.
- g) Solenoid bertugas membuka dan memutuskan aliran bahan bakar ke plunyer pompa(fuel cut solenoid) berdasarkan posisi kunci kontak.
- h) Katup penyalur (delivery valve) berfungsi mencegah bahan bakar dalam pipa tekanan tinggi terbalik ke plunyer dan hisapan sisa bahan bakar dalam nozel setelah injeksi.

a) Pompa penyalur (feed pump)



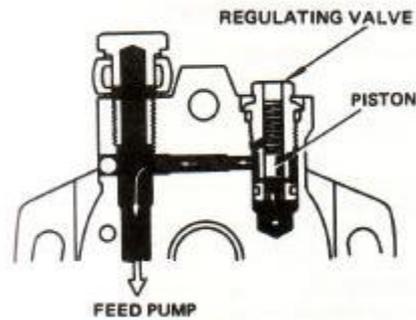
Gambar 19. Cara kerja katup pemberi

Pompa penyalur tipe vane/ rotari mempunyai empat sudu digerakkan oleh poros penggerak. Bahan bakar dikirim kerumah pompa dengan tekanan. Diameter rotor lebih kecil daripada diameter rotor housing. Posisi rotor tidak dipasang persis pada sumbu rotor housing. Gambar dibawah menerangkan, pada sisi kanan celah rotor terhadap rotor housing lebih besar daripada sisi kiri.

Sedangkan saluran tekan menuju rumah pompa terletak pada sisi atas. Akibatnya adalah saat rotor digerakkan oleh poros engkol melalui poros nok searah tanda panah maka sudut(blade) akan terbawa oleh gerakan rotor ini. Saat blade berada disisi kiri, balade rapat kedalam celahnya, sedangkan saat berada disebelah bawah dan kanan blade akan terdorong akibat beratnya sendiri menempel pada rotor housing.

Dengan terbawanya blade yang selalu menempel pada rotor housing ini, maka saat berada disisi bawah ruang blade akan membesar akan berada disaluran masuk , lalu masuk kedalam celah blade dibagian bawah dan bersama dengan berputarnya rotor dan blade bahan bakar ini terbawa kesisi kanan. Bahan bakar ini kemudian dibawa melalui saluran tekan. Saat berada disaluran tekan volume ruang blade semakin menyempit, akibatnya tekanan bahan bakar akan naik dan terdorong kesaluran tekan menuju housing pump.

b) Katup Pengatur Tekanan Dan Katup Kelebihan Aliran Bahan Bakar

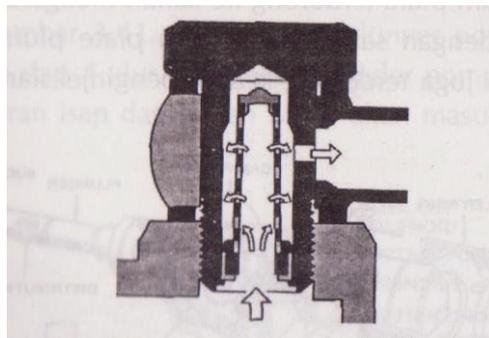


Gambar 20. Katup pengatur tekanan bahan bakar

Katup ini berfungsi untuk membatasi tekanan maksimum bahan bakar yang dihasilkan oleh pompa penyalur.

Cara kerja dari katup ini adalah saat tekanan dibawah piston lebih tinggi dari tekanan pegas maka piston akan terdorong keatas, sehingga saluran pengembali terhubung dengan saluran tekan. Akibatnya sebagian bahan bakar yang menuju ke pump housing dibocorkan kembali menuju saluran masuk pompa.

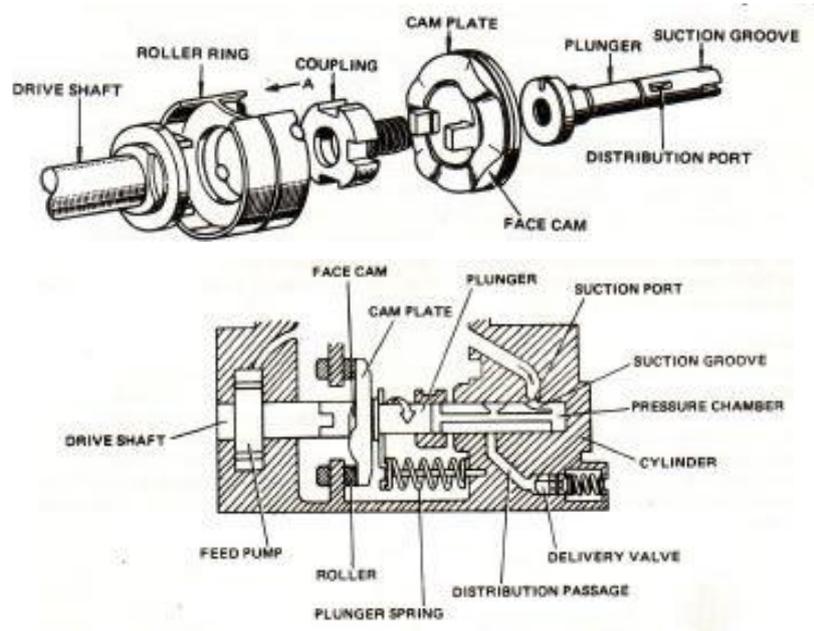
c) Katup kelebihan aliran bahan bakar (over flow valve)



Gambar 21. Konstruksi overvlow valve

Fungsi dari komponen ini adalah untuk mengembalikan kelebihan bahan bakar yang berada diruang pompa untuk dikembalikan ke tangki bahan bakar.

d) Penginjeksian Bahan Bakar



Gambar 22. Penyaluran bahan bakar padapompa injeksi tipe VE

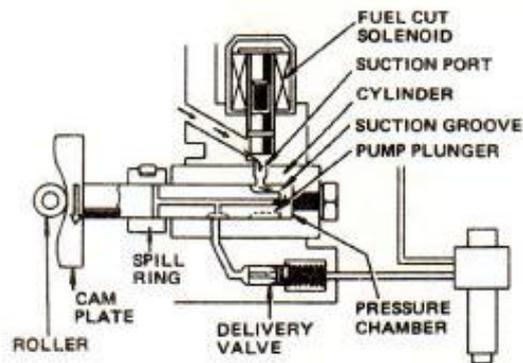
Pompa penyalur (feed pump), pelat nok (cam plate) dan plunyer (plunger) digerakkan oleh poros penggerak (drive shaft). Dua pegas plunyer (plunger spring) menekan plunyer untuk selalu kembali pada posisi semula melawan gerakan cam plate. Seperti terlihat pada gambar, cam plate 4 nok (sesuai dengan jumlah silinder motor).

Saat cam plate berputar permukaan nok menaiki rollers dan mengakibatkan cam plate terdorong ke kanan pergerakan plunyer, oleh karena itu dengan satu putaran cam plate plunyer yang ikut berputar satu kali juga terdorong ke arah penginjeksian bahan bakar sebanyak 4 kali.

Atau boleh dikatakan bahan bakar untuk setiap silinder disemprotkan pada setiap $\frac{1}{4}$ putaran saat gerak bolak-balik plunyer. Plunyer pompa mempunyai 4 alur isap (suction groove) dan satu saluran distribusi (distribution port). Plunyer dipasangkan pula pada silinder yang juga berfungsi sebagai kepala pompa. Pada silinder yang juga terdapat 4 saluran distribusi (distribution passage). Saat satu dari 4 alur isap dalam plunyer bertemu dengan saluran hisap, maka penghisapan bahan bakar berlangsung.

Penekanan/ penginjeksian bahan bakar terjadi saat saluran distribusi plunyer bertemu dengan satu dari saluran distribusi silinder dan bahan bakar diinjeksikan ke setiap silinder oleh injektor.

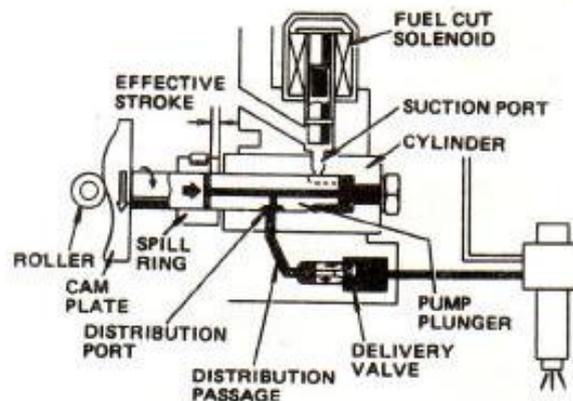
i. Isap



Gambar 23. Penghisapan

Saat plunger pompa bergerak kekiri, salah satu dari 4 alur isap dalam silinder pompa akan lurus dengan port/ saluran isap dan bahan bakar akan ke ruang tekan plunger.

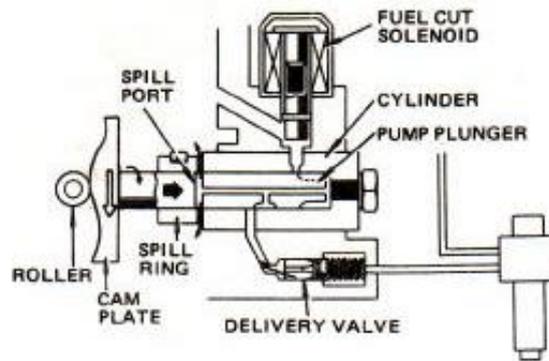
ii. Penekanan/ Injeksi



Gambar 25. Penekanan

Selama cam plate dan plunger berputar, saluran isap ditutup dan saluran distribusi plunger akan bertemu dengan satu dari 4 saluran distribusi dalam silinder. Sambil berputar plunger bergerak ke kanan, akibatnya bahan bakar yang berada di distribution port akan tertekan dan disalurkan ke distribution passage pada silinder untuk disemprotkan kedalam ruang bakar melalui injektor.

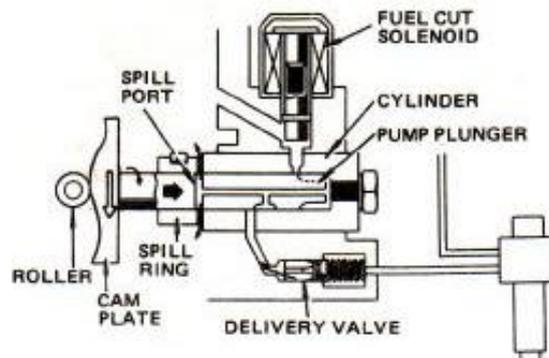
iii. Akhir Injeksi



Gambar 26. Akhir penekanan

Pada waktu plunger bergerak jauh ke kanan saluran pembuang (spoil sport) terbuka oleh ring pembuang (spoil ring) dan akibatnya tekanan bahan bakar didalam plunger hilang. Akibat masih Bergeraknya plunger, maka bahan bakar didalam plunger akan dikembalikan keruang pompa, sehingga tekanan penginjeksian turun dengan tiba-tiba dan penginjeksian bahan bakar terhenti.

iv. Penyesuaian Tekanan



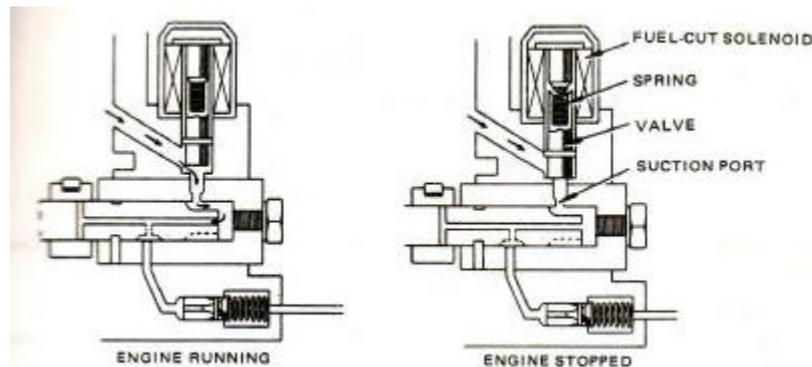
Gambar 27. Penyesuaian tekanan

Jika plunger berputar 180° setelah penyempotan bahan bakar, maka coakan penyesama tekanan (pressure equalizing groove) yang terdapat pada plunger bertemu dengan saluran distribusi pada silinder, sehingga tekanan bahan bakar pada distributor passage akan disamakan dengan tekanan bahan bakar didalam rumah pompa.

e) Solenoid Pemutus Bahan Bakar

Mematikan motor diesel dapat dilakukan dengan menghentikan aliran bahan bakar ke plunger pompa melalui fuel cut off solenoid.

Pada saat kunci kontak pada posisi IG solenoid akan membuka saluran ke ruang plunger, maka bahan bakar yang sudah diberikan tekanan oleh pompa penyalur akan dapat masuk melalui saluran hisap (suction port). Singkatnya bila kunci kontak pada posisi off maka aliran bahan bakar akan dihentikan dan motor akan mati.



Gambar 28. Solenoid penutup bahan bakar

f) Governor Sentrifugal

Berfungsi untuk mengatur jumlah bahan bakar yang disemprotkan sesuai dengan beban dan putaran motor.

- Roda gigi governor 1.6 kali lebih cepat kalau dibandingkan dengan putaran poros pompa (drive shaft)
- Terdapat 4 bobot sentrifugal (*fly weight*) di dalam penahan bobot, komponen ini mendeteksi putaran dengan gaya sentrifugal dan lengan penghantar governor (governor sleeve) akan meneruskan gaya tersebut
- Regangan pegas pengontrol (control spring) akan mengontrol variasi dari beban
- Tuas pengontrol (*control lever*) akan menggerakkan ring pelepas tekanan bahan bakar (spill ring) sesuai dengan beban dan putaran motor.
- Unit tuas pengontrol governor (governor lever assembly) terdiri dari tuas pengarah (guide lever) tuas pengontrol (control lever) dan tuas peregang (tension lever). Guide lever ditahan oleh fulcrum D pada rumah governor, sedangkan control lever dan tension lever berhubungan dengan fulcrum A dan terdapat juga berbagai jenis pegas.

i. Cara kerja saat motor start

Saat pedal gas ditekan maka adjusting lever akan bergerak ke posisi membuka penuh. Tension lever tertarik oleh control spring sampai kontak dengan stoper.

Ketika motor mati, bobot governor (flyweight) tidak bergerak, control lever menekan start spring melalui governor sleeve dengan tekanan ringan.

Dengan demikian bobot governor dalam keadaan menutup penuh. Pada situasi ini control lever berada pada fulcrum A bergerak balik berlawanan arah jarum jam dan menggerakkan spill ring (ring pelepas tekanan) ke arah posisi start (penginjeksian maksimum).

ii. Saat Motor Idle

Setelah motor mulai hidup dan pedal gas bebas, adjusting lever pada posisi idle. Pada posisi ini, tegangan control spring pada adjusting lever tidak terlalu kuat. Oleh karena itu pada rpm rendah, fly weight mengembang keluar. Idle spring dan damper spring menjadi mengkerut oleh dorongan sleeve, sehingga control lever bergerak ke kanan. Jadi control lever bergerak searah jarum jam pada titik "A", memposisikan spill ring pada posisi idle (penyempitan minimum). Dalam hal ini gaya sentrifugal bobot dan tegangan pada damper dan idle spring menjadi seimbang mempertahankan putaran agar stabil.

iii. Saat Beban Penuh

Selama pedal ditekan maka adjusting lever akan bergerak ke posisi full, dan tegangan pada control spring akan mengkerut penuh dan tidak bekerja. Tension lever akan berhubungan dengan stopper atas dan tetap tidak bergerak. Selanjutnya, control lever juga didorong oleh sleeve, control lever menjadi berhubungan dengan tension lever, dengan demikian spill ring mempertahankan pada posisi full load (penyempitan maksimum). Bila fuel set screw (untuk penyetelan volume injeksi full load) diputar searah jarum jam, guide lever akan berputar berlawanan dengan jarum jam pada titik tumpu D sehingga control lever yang diikat pada titik tumpu A, akan bergerak berlawanan arah jarum jam disekitar titik tumpu D, menggerakkan spill ring ke arah (kanan) memperkaya bahan bakar.

iv. Pengontrol Putaran Maksimum

Saat putaran bertambah, dorongan fly weight menjadi lebih besar dibandingkan control spring. Tension lever dan control lever akan terdorong oleh sleeve secara bersama-sama dan berputar searah jarum jam pada titik tumpu A, dengan demikian spill ring bergerak ke arah memperkecil bahan bakar untuk mencegah overrunning.

g) Pengajuan Penyemprotan (Auto Timer)

Fungsi untuk memajukan penyemprotan bahan bakar sesuai dengan putaran motor. Untuk mengajukan saat penyemprotan cam plate harus dapat maju sesuai dengan poros pompa. Atau dengan cara menggerakkan rolles ring kearah berlawanan dengan arah putaran poros pompa.

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya pompa penyalur akan menghasilkan tekanan bahan bakar diruang pompa. Besarnya tekanan tersebut bergantung putaran pompa.

Bila putaran pompa bertambah, maka tekanan bahan bakar dirumah pompa yang dihasilkan oleh pompa pengalir juga naik. Besarnya kenaikan tekanan bahan bakar yang terjadi dalam rumah pompa diatur oleh katup pengatur tekanan.

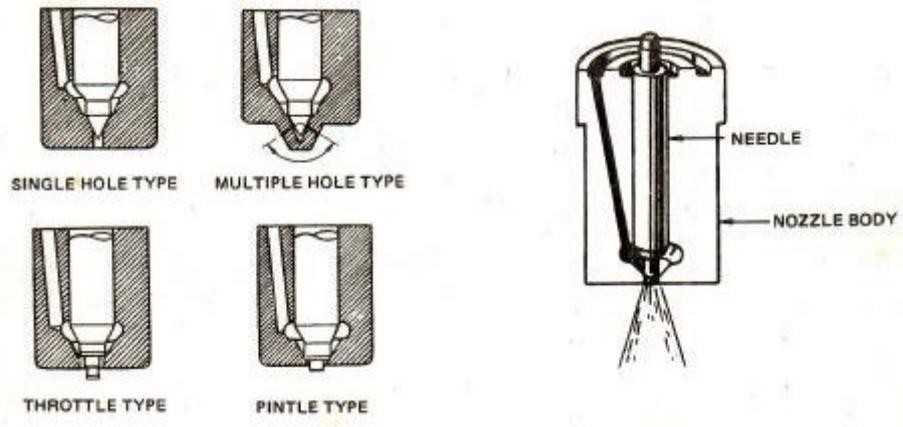
Tekanan bahan bakar tersebut mendorong piston timer ke arah kiri. Gerakan ini akan mengakibatkan roller ring ikut bergerak kearah kiri bersama slide pin. Akibatnya cam plate akan bertemu dengan roller ring lebih cepat, sehingga saat pengaplikasian bahan bakar lebih maju.

Grafik diatas menunjukkan hubungan antara putaran mesin dengan besarnya pemajuan saat penginjeksian bahan bakar.

d. Injektor

Injektor berfungsi untuk menyemprotkan bahan bakar kedalam ruang bakar. Nozzle terdiri dari nozzle body dan needle. Nozel menyemprotkan bahan bakar dari pompa injeksi kedalam silinder dengan tekanan tertentu untuk mengatomisasikan bahan bakar secara merata. Pompa injeksi adalah sejenis katup yang dikerjakan dengan sangat presisi dengan toleransi 1/1000. Karena itu bila nozel perlu diganti maka nozel body dan needle harus diganti secara bersama-sama.

Nozel dilumasi dengan solar. Nozel holder berfungsi untuk menahan retaining nut dan distance piece. Nozel holder terdiri dari adjusting washer yang mengatur kekuatan tekanan pegas untuk menentukan tekanan membukanya katup nozel.



Gambar 29. Konstruksi dan tipe nosel

Cara kerja

1) Sebelum penginjeksian

Bahan bakar yang bertekanan tinggi mengalir dari pompa injeksi melalui saluran minyak pada nozel holder menuju ke oil pool bagian bawah nozel body.

2) Penginjeksian bahan bakar

Bila tekanan bahan bakar pada oil pool naik, maka tekanan ini akan menekan permukaan ujung needle. Bila tekanannya melebihi kekuatan pegas, maka nozel needle akan terdorong ke atas oleh tekanan bahan bakar dan nozel needle terlepas dari nozel body seat. Kejadian ini menyebabkan nozel menyemburkan bahan bakar ke ruang bakar.

3) Akhir penginjeksian

Bila pompa injeksi berhenti mengalirkan bahan bakar, tekanan bahan bakar turun, dan tekanan pegas (pressure spring) mengembalikan nozel needle ke posisi semula. Pada saat ini needle tertekan kuat pada nozel body seat dan menutup saluran bahan bakar.

Macam nozel

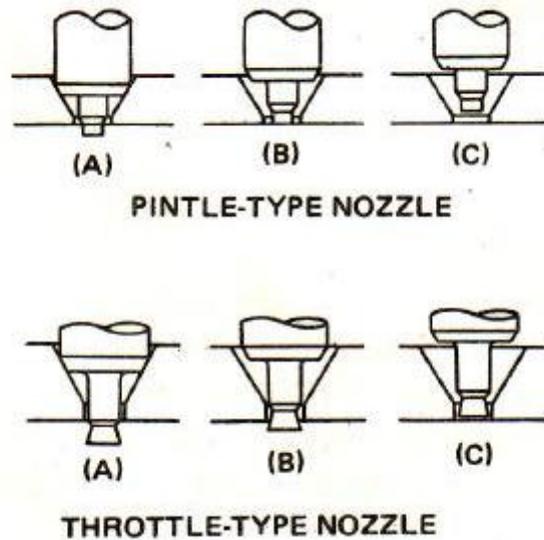
Nozel tipe lubang, terdiri dari dua tipe:

- a) Lubang tunggal (single hole)
- b) Lubang banyak (multiple hole)

Nozel tipe pin terdiri dari dua tipe:

- a) Throttle
- b) Pintle

Dengan catatan tipe nozel yang digunakan ditentukan oleh bentuk dari ruang bakar.

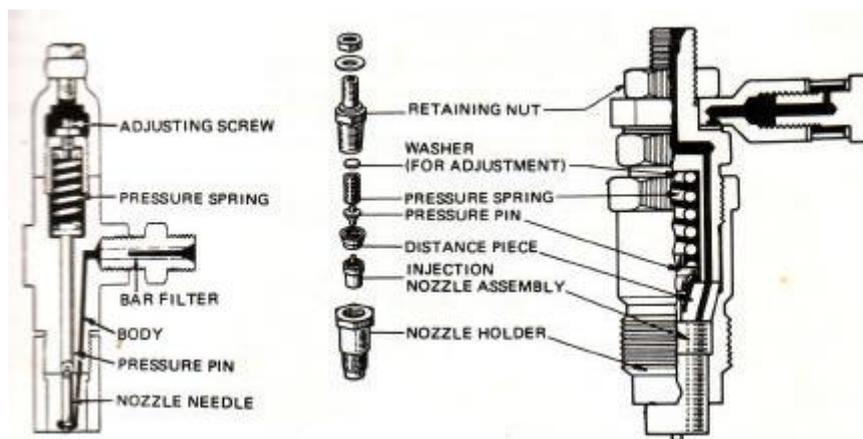


Gambar 30. Kerja nosel tipe pin

Secara umum nosel dengan tipe lubang banyak (multiple hole) digunakan untuk motor diesel pembakaran langsung, sedangkan tipe pin dipakai untuk motor diesel pembakaran tak langsung.

Nosel tipe pin yang lebih banyak digunakan saat ini adalah tipe throttle. Dengan bentuk khusus dari tipe throttle maka bahan bakar yang disemprotkan ke kamar muka saat awal lebih sedikit. Tetapi pada akhir pembakaran bahan bakar yang disemprotkan justru lebih besar.

Pengabutan bahan bakar pada tahap ini berfungsi untuk mencegah terjadinya detonasi pada motor diesel dan juga untuk menghemat pemakaian bahan bakar.



Gambar 31. Konstruksi nosel

E. Rangkuman

1. Sistem injeksi bahan bakar mesin diesel dibedakan berdasarkan pompa injeksi yang digunakan, yaitu dengan pompa injeksi sebaris dan dengan pompa injeksi distributor. Persamaan kedua sistem injeksi tersebut adalah mempunyai fungsi menyalurkan bahan bakar dari tangki ke dalam ruang bakar mesin diesel. Perbedaannya utamanya adalah pada sistem injeksi dengan pompa sebaris adalah tiap silinder mesin dilayani oleh satu elemen pompa, sedangkan pada sistem injeksi dengan pompa distributor semua silinder mesin dilayani oleh satu elemen pompa.
2. Sistem injeksi bahan bakar mesin diesel memiliki tugas utama:
 - a. menepatkan saat penginjeksian bahan bakar ke dalam ruang bakar mesin diesel,
 - b. mengatur jumlah bahan bakar yang diinjeksikan ke dalam ruang bakar,
 - c. mengendalikan kecepatan penyaluran bahan bakar ke dalam silinder mesin, dan
 - d. mengabutkan bahan bakar yang diinjeksikan ke dalam silinder mesin.
3. Komponen-komponen sistem injeksi bahan bakar secara lengkap adalah:
 - a. Tangki bahan bakar,
 - b. Saringan/filter bahan bakar dan sedimenter air,
 - c. Pompa pemindah bahan bakar,
 - d. Pompa injeksi bahan bakar,
 - e. Injector atau nosel injeksi,
 - f. Automatik timer, dan
 - g. Governor.

Masing-masing komponen mempunyai fungsi sendiri dalam rangka memenuhi fungsi utama sistem injeksi bahan bakar. Bila salah satu komponen mempunyai masalah maka seluruh sistem injeksi akan mengalami masalah pula.

4. Filter bahan bakar menjaga agar bahan bakar bersih dari kotoran/deposit berbentuk padat, sedangkan sedimenter menampung air yang tercampur dalam bahan bakar. Bila tidak ada filter yang baik dalam sistem injeksi bahan bakar maka elemen pompa yang presisi akan macet. Demikian pula tanpa sedimenter air dalam sistem injeksi bahan bakar maka air dalam bahan bakar dapat menyebabkan korosi pada elemen pompa yang dampaknya elemen pompa tidak dapat berfungsi.
5. Pompa pemindah mempunyai fungsi memompa bahan bakar dari tangki ke ruang pompa injeksi. Di samping itu pompa pemindah yang dilengkapi dengan pompa tangan berfungsi menghilangkan udara (bleiding) dari sistem injeksi bahan bakar khususnya yang berasal dari aliran tangki ke pompa injeksi.

6. Elemen pompa injeksi pada kedua jenis pompa injeksi di samping berbeda jumlahnya juga berbeda bentuknya. Elemen pompa pada pompa injeksi sebaris mempunyai lubang di dalamnya dan alur pengontrol, sedangkan elemen pompa pada pompa injeksi distributor tipe VE mempunyai 4 alur pemasukan dan satu lubang distributor.
7. Baik pada pompa injeksi sebaris maupun pada pompa injeksi distributor memiliki governor yang berfungsi sama tetapi berbentuk berbeda. Begitu juga komponen untuk memajukan saat injeksi yaitu otomatis timer atau advancer mempunyai bentuk mekanisme yang berbeda meskipun mempunyai fungsi yang sama.
8. Injektor atau nosel injeksi mempunyai bentuk utama tipe lubang dan tipe pin. Nosel injeksi tipe lubang mempunyai jenis lubang satu dan lubang banyak. Nosel tipe pin mempunyai jenis trotille dan pintle/pasak. Tipe lubang biasanya digunakan pada mesin diesel dengan injeksi langsung. Tipe pin biasanya digunakan pada mesin diesel dengan ruang bakar muka dan ruang bakar pusat.

Latihan Soal

1. Terdapat 2 macam sistem injeksi bahan bakar pada mesin diesel. Jelaskan persamaan dan perbedaan utama dari 2 macam sistem injeksi bahan bakar tersebut!
2. Jelaskan 4 fungsi pokok sistem injeksi bahan bakar mesin diesel!
3. Sebutkan 4 komponen penting sistem injeksi bahan bakar mesin diesel yang perlu diservis/dipelihara! Apakah dampaknya bila hal itu tidak dilaksanakan?
4. Jelaskan 2 fungsi utama dari pompa pemindah (transfer pump) dalam sistem injeksi bahan bakar mesin diesel?
5. Jelaskan urutan pemasangan fliter dan sedimenter air pada sistem injeksi bahan bakar, manakah yang lebih dahulu dipasang? Apakah dampak yang terjadi bila kedua komponen tersebut tidak terpasang pada sistem injeksi bahan bakar?
6. Fungsi utama pompa injeksi bahan bakar adalah menepatkan saat injeksi dan mengatur jumlah bahan bakar. Jelaskan kedua fungsi tersebut pada kedua jenis pompa injeksi dan komponen apa saja yang mengatur!
7. Jelaskan perbedaan bentuk elemen pompa pada pompa injeksi sebaris dan pompa injeksi distributor tipe VE !
8. Jelaskan jenis nosel injeksi pada sistem injeksi bahan bakar mesin diesel dan digunakan pada mesin diesel jenis apa?
9. Jelaskan fungsi katup penyalur pada elemen pompa injeksi!

Jawaban

1. Sistem injeksi bahan bakar dengan pompa injeksi sebaris dan dengan pompa injeksi distributor. Persamaannya adalah mempunyai fungsi menyalurkan bahan bakar dari tangki ke dalam ruang bakar mesin diesel. Perbedaannya adalah pada sistem injeksi dengan pompa sebaris adalah tiap silinder mesin dilayani oleh satu elemen pompa, sedangkan pada sistem injeksi dengan pompa distributor semua silinder mesin dilayani oleh satu elemen pompa.
2. Sistem injeksi bahan bakar mesin diesel memiliki tugas:
 - a. menepatkan saat penginjeksian bahan bakar ke dalam ruang bakar mesin diesel
 - b. mengatur jumlah bahan bakar yang diinjeksikan ke dalam ruang bakar
 - c. mengendalikan kecepatan penyaluran bahan bakar ke dalam silinder mesin
 - d. mengabutkan bahan bakar yang diinjeksikan ke dalam silinder mesin.
3. Saringan, pompa pemindah, pompa injeksi dan nosel injeksi. Bila tidak diservis maka kemungkinan mesin tidak hidup dengan baik dan komponen tersebut akan cepat rusak
4. Pompa pemindah mempunyai fungsi memompa bahan bakar dari tangki ke ruang pompa injeksi. Di samping itu pompa pemindah yang dilengkapi dengan pompa tangan berfungsi menghilangkan udara (bleiding) dari sistem injeksi bahan bakar khususnya yang berasal dari aliran tangki ke pompa injeksi.
5. Filter bahan bakar menjaga agar bahan bakar bersih dari kotoran/deposit berbentuk padat, sedangkan sedimenter menampung air yang tercampur dalam bahan bakar. Bila tidak ada filter yang baik dalam sistem injeksi bahan bakar maka elemen pompa yang presisi akan macet. Demikian pula tanpa sedimenter air dalam sistem injeksi bahan bakar maka air dalam bahan bakar dapat menyebabkan korosi pada elemen pompa yang dampaknya elemen pompa tidak dapat berfungsi. Sedimenter mendahului filter.
6. Fungsi menepatkan agar injeksi tepat pada saat diperlukan pembakaran dan jumlah juga akan menentukan daya mesin saat diperlukan. Komponen tersebut pada elemen pompa
7. Elemen pompa sebaris mempunyai bentuk yang berlubang di tengah dan satu alur berbentuk helix, sedangkan pada pompa distributor mempunyai bentuk berlubang ditengah dengan empat alur lurus.

8. Injektor atau nosel injeksi mempunyai bentuk utama tipe lubang dan tipe pin. Nosel injeksi tipe lubang mempunyai jenis lubang satu dan lubang banyak. Nosel tipe pin mempunyai jenis trottle dan pintle/pasak. Tipe lubang biasanya digunakan pada mesin diesel dengan injeksi langsung. Tipe pin biasanya digunakan pada mesin diesel dengan ruang bakar muka dan ruang bakar pusat.

Katup penyalur ini berfungsi ganda, yaitu selain mencegah bahan bakar dalam pipa tekanan tinggi mengalir kembali ke plunyer juga berfungsi mengisap bahan bakar dari ruang injector setelah penyemprotan

BAB III

A. Uraian

Pemeliharaan/ servis yang dimaksudkan adalah mengkondisikan komponen sistem bahan bakar pada motor diesel agar tetap dalam kondisi yang baik.

B. Pemeliharaan pada tangki bahan bakar

Masalah yang seringkali dialami oleh tangki bahan bakar diantaranya adalah kebocoran, pengembunan, dan kotor.

Untuk mengurangi kerusakan tangki bahan bakar yang mengakibatkan terganggunya aliran bahan bakar pada kendaraan, maka perlu dilakukan :

- a) Pemeriksaan tangki dari kotoran dan karat
- b) Pemeriksaan tangki dari kebocoran

Cara basah

Cara basah ini dilakukan dengan menutup lubang keluar tangki dan membersihkan permukaan sampai kering. Selanjutnya tangki diletakkan ditempat yang mudah dilihat seluruh permukaannya. Tangki diisi dengan air sedangkan lubang masuk tangki dihubungkan dengan udara yang bertekanan. Bila terdapat kebocoran dapat dilihat adanya titik-titik air pada permukaan tangki tersebut.

Cara tekanan udara

Cara tekanan adalah dengan cara menutup lubang masuk sedangkan lubang keluar dihubungkan dengan udara bertekanan. Selanjutnya tangki direndam ke dalam air. Bila terdapat kebocoran akan muncul gelembung (bubbles).

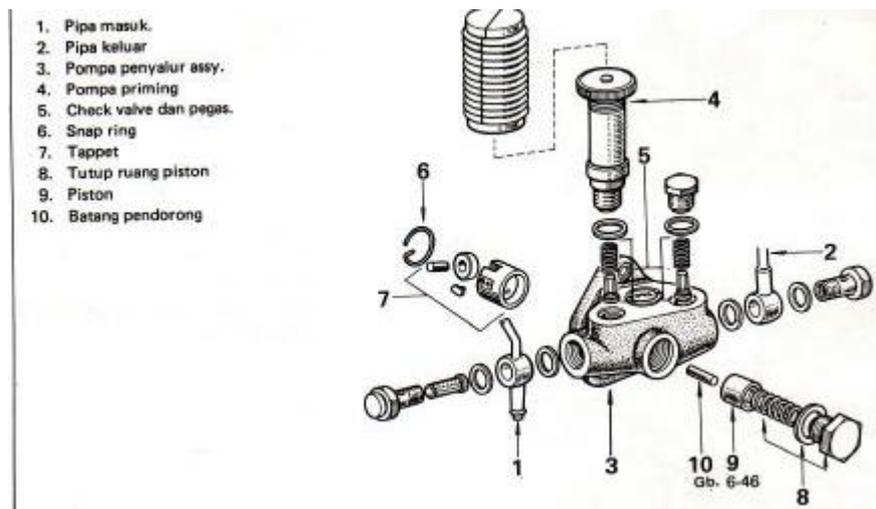
- c) Pemeriksaan pada kondisi pengikat tangki
- d) Pemeriksaan kondisi tutup tangki
- e) Pengurasan tangki setiap 6 bulan sekali.

C. Pemeliharaan pada pompa pemindah bahan bakar

Pemeliharaan/servis pada pompa pemindah/penyalur bahan bakar(khususnyapadapompainjeksisebaris)dilakukan sebagai berikut:

1. Pembongkaranpompapemindah

Bilapompapemindahakandipersihkan/diperbaikimaka harusdibongkarsesuaidengannomorurutpadabagianpompa(Gambar41).Bilabatangpendorong(10)masihcocokdengan rumahpompanya, diusahakanjangandibukabilatidak perlu. Bila dibuka perhatikan posisi pemasangannya (Gb. 42)



Gambar32.Bagian-bagianpompapemindahbahanbakar



Gambar33.Posisibatangpendorong

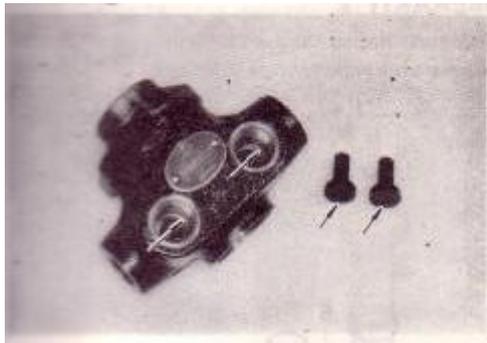
2.Pemeriksaanpompapemindah

- Memeriksa piston (no.9), batang pendorong (no.10) danrumah pompa dari keausan atau kerusakan (Gb. 43).Celah standar: Piston= 0,009-0,013 mm.
Batang pendorong= 0,003-0,006 mm



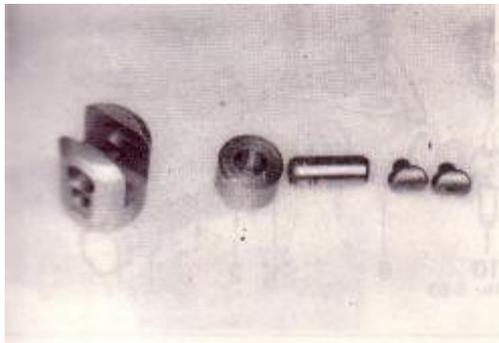
Gambar34.Pemeriksaanpistonpadarumahpompa

- b. Memeriksa keausan Check valve (no.5) dan kedudukan katup



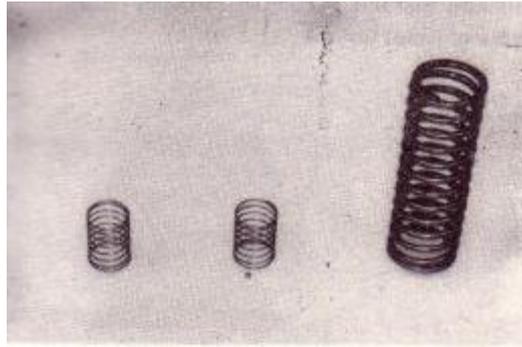
Gambar35.Pemeriksaan Check Valvedan kedudukan katupnya

- c. Memeriksa keausan tappet (no.7) dan roller (Gb. 45)



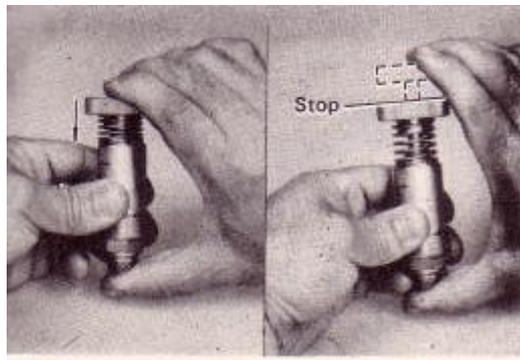
Gambar37.Pemeriksaan tappet dan roller

- d. Memeriksa kemungkinan kerusakan pada katup pengatur dan pegas piston (Gambar 46)



Gambar38.Pemeriksaan katup pengatur dan pegas piston

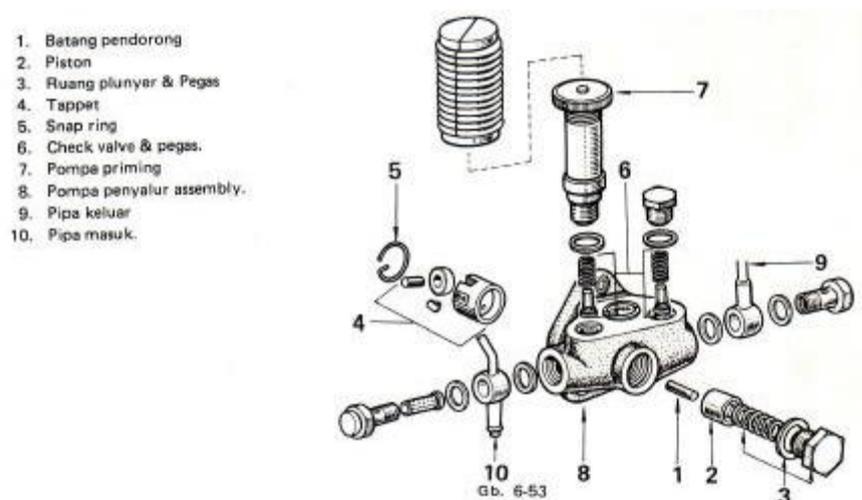
- e. Pemeriksaan tekanan dan pemasangan pada pompa dengan cara menutup lubang masuk pompa priming dengan jari kuat-kuat (Gambar 47)



Gambar39.Pemeriksaan tekanan dan pemasangan pompa

4. Perakitan Pompa Pemindah

Setelah pemeriksaan dan pembersihan komponen pompa pemindah maka selanjutnya pompa dirakit kembali sesuai dengan nomor urut pada gambar 48 di bawah ini.



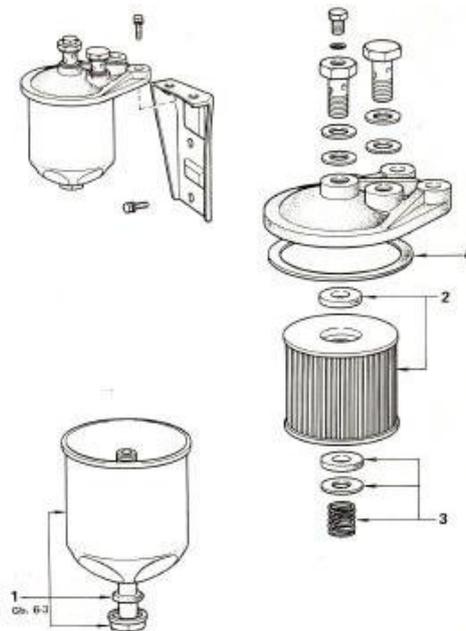
Gambar40.Perakitankomponenpompa pemindah

D. Pemeliharaan/servis Saringan Bahan Bakar

1. Pembongkaran saringan bahan bakar

Saringan bahan bakar pada mesin diesel secara ideal tidak hanya satu buah, tetapi dapat berjumlah 3 buah saringan, yaitu: (1) saringan pada tangki atau pompa pemindah (*filter screen*), untuk menahan partikel besar, (2) saringan primer (*primary filter*), untuk penyaring partikel kecil, dan (3) saringan sekunder (*secondary filter*), untuk penyaring partikel halus.

Dalam hal ini akan ditunjukkan pembongkaran pada satu buah saringan saja (Gambar 49). Pembongkaran dilakukan menurut nomor urut yang tercantum pada gambar tersebut. Adapun langkah pembongkaran dan pemeriksaan sebagai berikut:



Keterangan:

- 1 : baut tengah, paking, dan body bawah
- 2 : paking dan elemen
- 3 : paking, plat dan pegas
- 4 : paking

Gambar 41. Urutan pembongkaran saringan bahan bakar

- a. Mengendorkan baut pengikat dan melepaskan bodi bagian bawah (Gambar 50)



Gambar42.Mambukabodibawahsaringanbahanbakar

- b. Membersihkan bagian-bagian yang dibongkar(Gb.51)



Gambar43.Membersihkanbagiansaringanyangdibongkar

- c. Memeriksa lubang di bagian tengah dari kemungkinan tersumbat, kotor atau bengkok (Gambar 52)



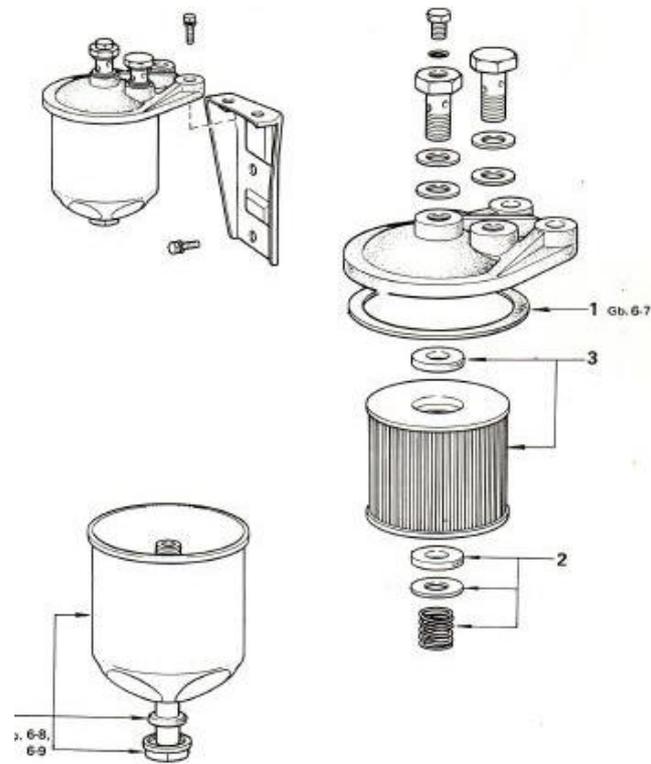
Gambar44.Memeriksalubangdarikotorandankebengkokan

2. Perakitansaringanbahanbakar

Perakitan saringan bahan bakar dilakukan sesuai dengan urutan nomor-nomor gambar 53 di bawah ini

- e. Memasang ringO (Gambar 54)
- f. Memasang bodi bawah dan mengencangkan bautnya(Gambar 55)

- g. Setelah pemasangan selesai, memeriksa saringan dari kebocoran (Gambar 56)



Keterangan:

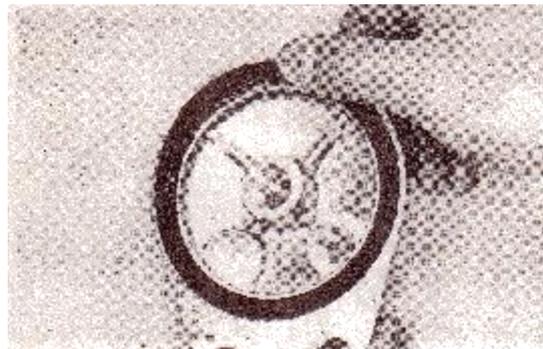
1=Paking

2=Paking,platdanpegas

3=Pakingdanelemen

4=Bautpengikat,pakingdanbodibawah

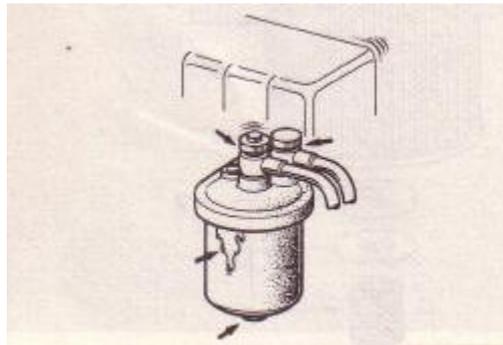
Gambar45.Urutanperakitankomponensaringanbahanbakar



Gambar46.MemasangringO



Gambar47.Memasang bodi bawah dan mengencangkan bautnya



Gambar48.Memeriksa saringan dari kebocoran

E. Pemeliharaan/servis Pompa Injeksi Bahan Bakar

1. Pembongkaran pompa injeksi

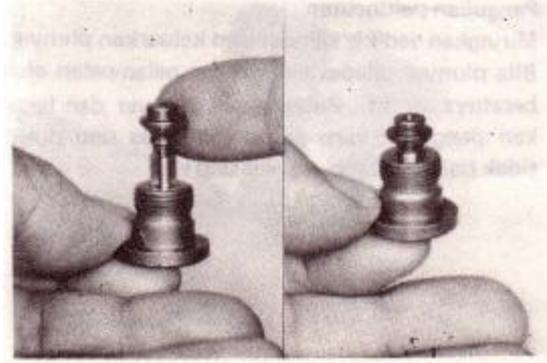
Pembongkaran pompa injeksi didasarkan pada hasil kalibrasi pompa injeksi pada mesin pengujian/kalibrasi (*testbench*). Bila ternyata hasil kalibrasi menunjukkan adanya kerusakan, pompa injeksi dibongkar untuk diperiksa kerusakan tersebut. Pembongkaran bagian-bagian (*part*) pompa injeksi diusahakan menggunakan alat servis khusus (*Special Service Tool/SST*) yang telah tersedia sesuai dengan tipe pompa injeksi yang tercantum pada buku petunjuk servis dari pabrik (*manualbook*). Pembongkaran meliputi: (1)governor, (2)Control rack, (3)Poros nok, (4)Tappet roller, (5) Pegas pengontrol, (6) Elemen pompa (plunyer dan silinder/barrel), dan (7) Katup pemberi,udukan katup pemberi dan pemegangnya.

2. Pemeriksaan dan perbaikan

Sebelum melaksanakan perbaikan bahwa jangan menyentuh permukaan dari plunyer dan katup pemberi. Beberapa bagian pompa injeksi yang perlu diperiksa dan diperbaiki di antaranya:

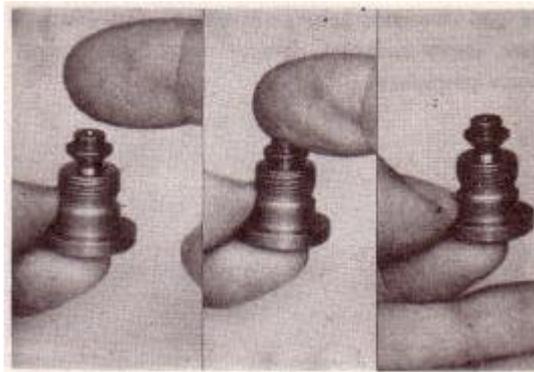
- a. Pemeriksaan Katup pemberi (*delivery valve*), sebagai berikut:

- 1) Menarik katup ke atas dan menutup lubang pada bagian dasar dudukan katup dengan ibu jari. Bila katup dilepaskan akan turun dengan cepat dan berhenti di tempat ring pembebas menutup dudukan lubang katup (Gambar 57). Bila tidak demikian berarti katup rusak dan diganti satu set.



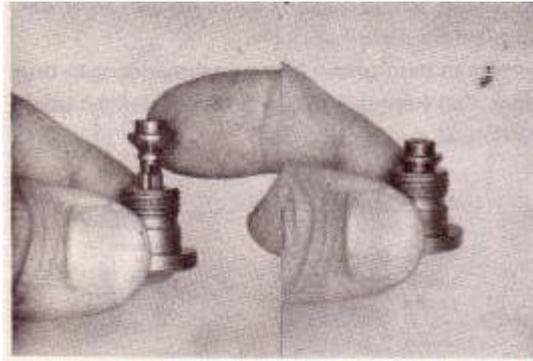
Gambar 49. Memeriksa kerapatan katup pemberi

- 2) Menutup lubang dasar dudukan katup dengan ibu jari. Selanjutnya katup dimasukkan ke dalam dudukan katup dan ditekan dengan jari. Bila jari dilepaskan katup akan naik ke atas pada posisi semula dan bila tidak demikian berarti katup telah aus, dan harus diganti satu set (Gambar 58)



Gambar 50. Memeriksa keausan katup pemberi

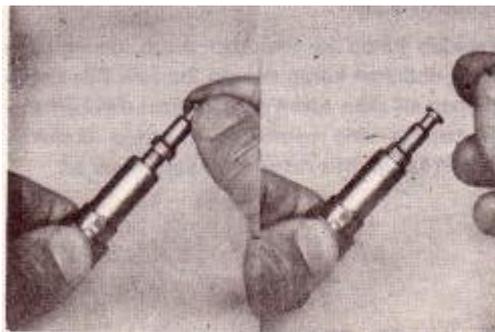
- 3) Menarik katup ke atas. Bila katup dilepaskan katup akan turun akibat beratnya sendiri. Bila rusak harus diganti satu set



Gambar51.Memeriksakerjakatuppemberi

b. Pemeriksaan Plunyer dan Silinder/Barrel, diperiksa sebagai berikut :

- 1) Memiringkan sedikit silinder dan mengeluarkan plunyer. Bila plunyer dilepaskan akan turun pelan-pelan oleh beratnya sendiri. Selanjutnya plunyer diputar dan melakukan pemeriksaansepertisebelumnya.Bilapadasatuposisitidakbaik,plunyer dan silinder diganti satu set



Gambar52.Memeriksapresisiplunyerdansilinder

- 2) Pemeriksaan Control rack dan pinion

Pemeriksaan ini dilakukan dengan permukaan gigi pinion dari kerusakan atau keausan.

- 3) Pemeriksaan tappet dan roller dan bushing dari kemungkinan aus dan kerusakan. Diperiksa pula kelonggarannya pada kondisi terpasang.
- 4) Pemeriksaan poros nok dari keausan dan kerusakan.Diperiksa pula perapat olihnya, bantalannya.

Sedangkan untuk mengeluarkan udara dalam pompa injeksi adalah sebagai berikut :

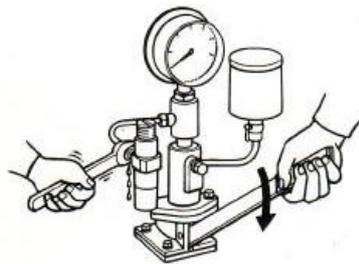
- a) Kendurkan sekrup pembuang udara pada pompa dan saringan-saringannya.
- b) Pompakan bahan bakar dengan menggunakan pompa pemindah.
- c) Apabila sekrup pembuang udara telah keluar minyak tanpa keluar gelembung-

- gelembung yang menandakan bahwa didalam sistem tidak terdapat udara lagi, keraskan sekrup pembuang udara pada filter(saringan).
- d) Kendorkan nipel pemasukan dan pompakan pompa transfer (pemindah) kemudian keraskan kembali nipel apabila telah keluar bahan bakar tanpa ada gelembung-gelembung udara dari sekeliling ulir nipel.
 - e) Kendorkan nipel pipa pada dua buah pengabut(injektor).
 - f) Tekan pedal percepatan sepenuhnya dan yakinkan bahwa pengontrol stop pada kedudukan hidup.
 - g) Hidupkan starter sampai pipa injektor yang dikendurkan mengeluarkan bahan bakar tanpa adanya gelembung-gelembung udara.
 - h) Keraskan nipel-nipel pipa injektor.

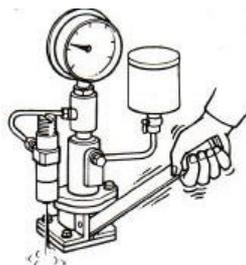
F. Pemeliharaan/servis Nosel Injeksi (Injektor)

1. Pembongkaran nosel injeksi

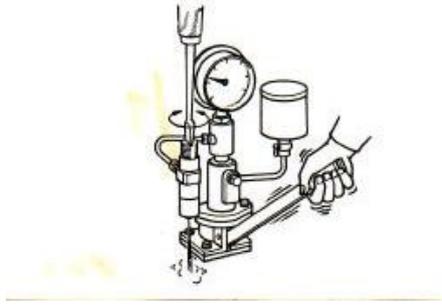
- a. Nosel injeksi sebelum diservis lebih dahulu dilepaskan dari unit sistem injeksi bahan bakar. Selanjutnya nosel ditempatkan menurut urutan nomor silinder mesin.
- b. Pengujian injeksi, dilakukan dengan memasang nosel pada tester, dan mengeluarkan udara melalui pemegangnya. Selanjutnya tekanan injeksi diuji dengan memompa tester sebanyak 50-60 kali tiap menit. Hasil tekanan selanjutnya dilihat (Standar nosel baru lebih tinggi daripada nosel bekas). Bila diperlukan penyetelan tekanan dapat dilakukan pada mur penyetel



Gambar 53. pembuangan udara pada tester injeksi



Gambar 54. menguji tekanan injeksi nozel pada tester

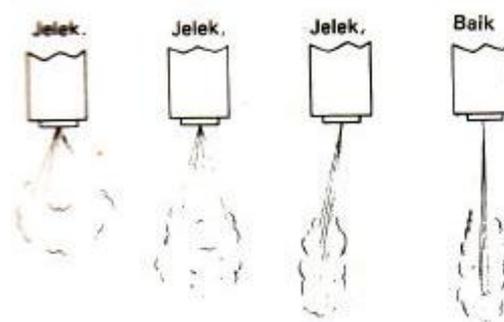


Gambar 55. Penyetelan tekanan pada nosel injeksi

Namun terdapat Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam menguji pengabut, adalah sebagai berikut :

- 1) Pada pengujian injektor(pengabut/ nosel) janganlah mengarahkan penyemprotan bahan bakar itu kepada orang yang memeriksanya.
- 2) Janganlah menahan dengan jari-jari di muka lubang pengabut sewaktu terjadi pengabutan bahan bakar, karena tekanan pengabutan itu sangat kuat maka bahan bakar dapat mendesak masuk dalam kulit, sehingga mengakibatkan peracunan darah.
- 3) Untuk membersihkan kerak arang pada pengabut, janganlah menggunakan sikat baja, kain amril, pengikis baja atau alat-alat lain dari baja tetapi untuk itu kita pakai sebuah sikat dari kawat kuningan yang lunak atau dengan kayu kers lebih baik.
- 4) Dalam membongkar bagian-bagian pengabut kita harus menjaga kebersihan dengan cermat, janganlah meletakkan itu diatas bangku kerja yang kotor, melainkan haruslah diatas kain yang bersih.

- c. Kondisisemprotanbahanbakardarinosenlinjeksiharusberbentuk lingkaran(dengankertaspadajarak30cmdariujungnosel)(Gambar64).Padanoselinjeksiharus tidak terdapat tetesan (Gambar 65).

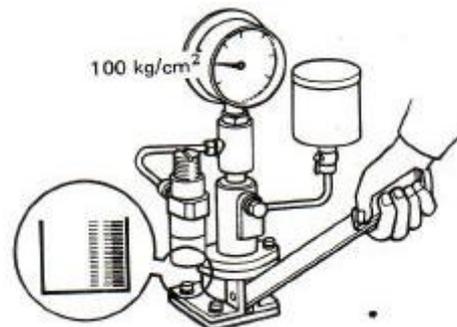


Gambar56.Bentuksemprotanpadanoselinjeksi



Gambar57. Bentuk semprotan bahan bakaryang baik

- d. Selanjutnyabiladilakukanpengujiankekedapansolar, pada tekanan 100 kg/cm^2 tidakterdapat kebocoran pada dudukan katup nosel dan mur pengikatnya



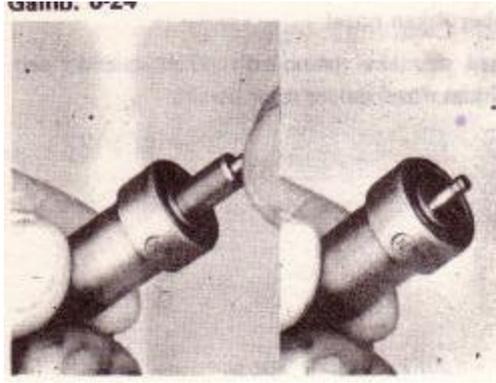
Gambar58. Uji kedapansolar

2. Pembersihannosel

Mencuci dan membersihkan nosel dengan menggunakan pembersih dan solar. Pembersih dapat berupa kayu atau sikat tembaga yang lembut. Dudukan nosel dibersihkan dengan skrap pembersih. Lubang bodi nosel injeksi dibersihkan dengan jarum pebersih.

3. Mengujipeluncuranjarumnosel

- Membersihkan bodi dan jarum dengan solar
- Menarik jarum nosel kira-kira sampai setengahnya di dalam bodi dan melepaskan
- Jarum akan meluncur dengan lembut akibat beratnya
- Putar sedikit posisi jarum dan lakukan test yang sama
- Bila salah satu posisi jarum peluncuran tidak lembut, nosel harus diganti dalam satu set



Gambar59.Menguji peluncuran jarum nosel

4. Merakit nosel injeksi bahan bakar

Merakit bagian-bagian nosel injeksi dengan urutan kebalikan dari pembongkaran

Rangkuman

1. Langkah kerja dalam pemeliharaan/servis sistem dan komponen injeksi bahan bakar pada motor diesel adalah meliputi pembongkaran, pembersihan, pemeriksaan, perbaikan, perakitan/pemasangan, dan pengujian.
2. Pemeliharaan/servis pada tangki bahan bakar berupa pemeriksaan dari kebocoran dan perbaikan.
3. Pemeliharaan/servis pada pompa pemindah/pemberi berupa pengujian kapasitas dan tekanan pemompaan, pembongkaran, pemeriksaan keausan, perbaikan, perakitan dan pengujian kebocoran
4. Pemeliharaan/servis pada pompa injeksi didasarkan pada hasil kalibrasi kemampuan pompa injeksi pada test bench. Berdasarkan hasil kalibrasi dapat dilakukan penyetelan atau perbaikan. Perbaikan pada pompa injeksi harus dilakukan pembongkaran bagian (part) pompa injeksi tersebut dengan menggunakan SST yang tersedia.
5. Pemeliharaan/servis pada elemen pompa meliputi pemeriksaan kebersihan, presisi dan keausan pada plunyer dan silindernya
6. Pemeliharaan/servis pada katup pemberi adalah juga pada kebersihan, presisi dan keausan pada katup pemberi dan dudukan katup pemberinya.
7. Pemeliharaan/servis bagian pompa yang lain juga dilakukan pada tappet roller dengan lubang tappet tersebut, poros nok dan dudukan/bantalannya yang diperiksa keausannya dan kebengkokannya

8. Pemeliharaan/servis pada nosel injeksi meliputi kemampuan tekanan injeksi, kebersihan, presisi dan keausan jarum nosel terhadap dudukannya.

Soal

1. Jelaskan dengan singkat perbedaan proses pembakaran pada mesin diesel dengan mesin bensin!
2. Jelaskan dengan singkat hubungan antara bentuk ruang bakar dengan sistem injeksi yang digunakan pada suatu mesin diesel!
3. Jelaskan perbedaan sistem injeksi dengan pompa injeksi sebaris dan pompa injeksi distributor!
4. Apa fungsi sedimenter pada sistem injeksi bahan bakar mesin diesel? Apakah tidak cukup dengan saringan bahan bakar?
5. Jelaskan fungsi pompa pemindah dalam sistem injeksi bahan bakar!
6. Mengapa elemen pompa injeksi dipandang paling penting dalam pompa injeksi ?
7. Jelaskan jenis dan fungsi nosel injeksi yang dikenal dalam sistem injeksi bahan bakar!
8. Lakukanlah penyetelan tekanan injeksi pada nosel-nosel suatu unit mesin diesel agar tekanannya sesuai dengan spesifikasi
9. Pada sebuah mesin diesel 4 silinder dengan pompa injeksi sebaris yang sedang berputar, bocorkanlah sistem injeksinya dengan mengendorkan salah satu sambungannya sampai mesin tersebut mati. Lakukanlah pembleidingan sampai mesin hidup!
10. Buatlah percobaan dengan menyetel tekanan injeksi di atas atau di bawah tekanan injeksi spesifikasi. Apa yang terjadi pada kemudahan mesin hidup dan pemakaian bahan bakar serta warna asap gas buangnya.

B. Kunci Jawaban

1. Proses pembakaran pada mesin bensin segera terjadi dan selesai setelah akhir kompresi dan saat busi memercikkan bunga api, sedangkan pada mesin diesel pembakaran dengan suhu kompresi yang pada akhir kompresi baru dimulai persiapan pembakaran/penundaan penyalaan, selanjutnya pembakaran dilaksanakan secara bertahap yang memerlukan penyapuran bahan bakar dengan udara cukup homogen
2. Pada mesin diesel dengan ruang bakar biasa/langsung banyak menggunakan sistem injeksi langsung dengan nosel bentuk lubang, sedangkan mesin diesel dengan ruang bakar tambahan banyak menggunakan nosel tipe pin

3. Sistem injeksi bahan bakar dengan pompa injeksi sebaris melayani tiap silinder mesin dengan satu elemen pompa secara pribadi, sedangkan pada sistem injeksi dengan pompa injeksi distributor, satu elemen pompa melayani semua silinder mesin diesel.
4. Sedimenter berfungsi untuk memisahkan air yang tercampur dengan bahan bakarnya. Saringan bahan bakar berfungsi memisahkan kotoran/partikel padat dari bahan bakarnya
5. Pompa pemindah berfungsi untuk: (a) memindahkan bahan bakar dari tangki ke dalam ruang pompa injeksi, dan (b) mengeluarkan udara yang terlanjur masuk ke dalam sistem injeksi bahan bakar
6. Elemen pompa paling penting karena menentukan tekanan injeksi dan kapasitas injeksi/jumlah bahan bakar
7. Jenis nosel adalah tipe lubang dan tipe pin. Tipe lubang terbagi menjadi jenis lubang tunggal dan lubang banyak, dan tipe pin terbagi menjadi jenis pasak dan throttle. Tipe lubang untuk sistem injeksi langsung dan tipe pin untuk injeksi tidak langsung dengan ruang bakar tambahan.
8. Penyetelan tekanan injeksi pada nosel-nosel suatu unit mesin diesel agar tekanannya sesuai dengan spesifikasi
9. Pembedaan pada unit mesin diesel sampai mesin hidup.
10. Percobaan dengan tekanan injeksi lebih besar daripada spesifikasi. Kesimpulan seharusnya mesin tetap dapat hidup, bahan bakar boros dan gas buangnya berwarna hitam/lebih hitam

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, New Step 2, Jakarta: PT. TOYOTA ASTRA MOTOR

Anonim, Service Manual: Nozzle Holder : DIESEL KIKI

Anonim, Servis Manual: Pompa Injeksi Model VE : ZEXEL

Daryanto, 2002, Teknik Servis Mobil, Jakarta: Rineka Cipta

Schulz, Erich J., 1983, Diesel Mechanics: Second Edition, USA: MC. Graw Hill Book

Company

Rabiman, Zaenal Arifin, 2011, Sistem Bahan Bakar Motor Diesel, Yogyakarta: Graha Ilmu

LAMPIRAN 5

Kisi – kisi Soal Test siklus1:

Standar Kompetensi : Prinsip Kerja Motor Diesel
 Kelas/semester : XI/7
 Jumlah soal : 20 Butir Soal
 Bentuk Soal : Pilihan Ganda
 Tahun Ajaran : 2014/2015

No	Kompeteni Dasar	Indikator	No. Butir	Jumlah butir
1	Pemeliharaan sistem bahan bakar diesel	j) Prinsip kerja bahan bakar diesel	1,2,3,4,5	5
		k) Proses pembakaran pada mesin diesel	6,7,8,9,10	5
		l) Bentuk ruang bakar pada mesin diesel	11,12,13,14,15	5
		m) Penyaluran bahan bakar pada mesin diesel	16,17,18,19,20	5

LAMPIRAN 6

**RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN
(RPP) SIKLUS 1**

Satuan Pendidikan : SMK COKROAMINOTO 2 BANJARNEGARA
 Mata Pelajaran : Pemeliharaan sistem bahan bakar diesel
 Kelas / Semester : XI / 1
 Tahun Ajaran : 2014/2015
 Alokasi Waktu : 2 x 45 Menit
 Pertemuan ke- : 1

A. STANDAR KOMPETENSI

Pemeliharaan/ servis sistem injeksi bahan bakar diesel

B. KOMPETENSI DASAR

Pemeliharaan/ servis sistem injeksi bahan bakar diesel tipe VE

C. MATERI PEMBELAJARAN

Materi Ajar : Prinsip kerja sistem bahan bakar diesel

D. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI

1. Mengerti prinsip kerja sistem bahan bakar diesel, perbedaan motor diesel dengan motor bensin, proses pembakaran pada mesin diesel, bentuk ruang bakar pada mesin diesel dan penyaluran bahan bakar pada mesin disel.

E. TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah selesai melakukan pembelajaran ini siswa diharapkan dapat:

1. Mengetahui prinsip kerja sistem bahan bakar diesel, perbedaan motor diesel dengan motor bensin, proses pembakaran pada mesin diesel, bentuk ruang bakar pada mesin diesel dan penyaluran bahan bakar pada mesin disel.

F. MODEL DAN METODE PEMBELAJARAN

Pembelajaran dengan model *Numbered Head Together* (NHT)

Metode pembelajaran : Ceramah, diskusi kelompok, dan tanya jawab.

G. KEGIATAN PEMBELAJARAN

Langkah-langkah Pembelajaran	Waktu
Pendahuluan	
a. Guru mengucapkan salam dan menanyakan kabar siswa.	5 menit
b. Ketua kelas memimpin doa untuk mengawali pembelajaran di kelas, kemudian guru mempresensi kehadiran siswa.	
c. Siswa diminta guru untuk menyiapkan alat tulis dan buku yang	

<p>diperlukan.</p> <p>d. Guru memberikan gambaran pelajaran yang akan dilaksanakan dan peneliti menjelaskan tujuan pembelajaran atau kompetensi dasar yang akan dicapai.</p> <p>e. Guru menyampaikan cakupan materi prinsip kerja sistem bahan bakar diesel dengan model pembelajaran yang akan digunakan, yaitu model pembelajaran NHT.</p> <p>f. Motivasi: Guru memberitahukan manfaat yang diperoleh siswa dalam mempelajari materi prinsip kerja sistem bahan bakar diesel menggunakan model pembelajaran NHT.</p>	
<p>Kegiatan Inti</p> <p>Pelaksanaan kegiatan pembelajaran dengan model NHT. Langkah-langkah pembelajaran NHT akan digabungkan dengan kegiatan eksplorasi, elaborasi, dan konfirmasi. NHT merupakan model pembelajaran yang lebih menekankan pada partisipasi dan aktivitas siswa untuk memecahkan permasalahan yang pengajar berikan dengan menyatukan pemikiran dari masing-masing siswa didalam suatu kelompok dengan bantuan materi (informasi) dari berbagai sumber belajar yang tersedia, misalnya modul dan internet.</p> <p>Langkah-langkah pembelajaran:</p> <p>Tahap 1: pemberian materi</p> <p>a. Guru menjelaskan materi prinsip kerja sistem bahan bakar diesel.</p> <p>b. Guru menggunakan media pembelajaran papan tulis untuk menyampaikan materi yang akan disampaikan.</p> <p>Tahap 2: pembagian kelompok</p> <p>a. Guru membagi siswa menjadi beberapa kelompok dengan masing siswa didalam kelompok memiliki nomor 1- 5 (tahap <i>numbering</i>).</p> <p>b. Guru memberikan modul kepada tiap kelompok sebagai sarana siswa mencari referensi untuk menyelesaikan permasalahan.</p> <p>c. Guru memberikan permasalahan berupa soal tentang prinsip kerja sistem bahan bakar diesel yang telah dirancang peneliti kepada tiap kelompok (tahap <i>Questioning</i>).</p> <p>Tahap 3: diskusi kelompok dan berfikir bersama</p> <p>a. Siswa secara berkelompok berfikir bersama untuk menyelesaikan masalah (contoh soal) yang telah dipaparkan. Dalam hal ini guru memberikan penjelasan secara singkat bila ada siswa yang menemui kesulitan (tahap</p>	<p>10 menit</p> <p>10 menit</p> <p>20 menit</p>

<p><i>Heads Togheter).</i></p> <p>Tahap 4: presentasi hasil berfikir bersama</p> <p>a. Dalam kegiatan elaborasi tiap siswa yang memiliki nomor yang sama dengan soal mempresentasikan hasil berfikir bersama mereka didalam kelompok (tahap <i>Answering</i>).</p> <p>Tahap 5: evaluasi</p> <p>a. Dalam kegiatan konfirmasi siswa dibantu oleh guru untuk mengkaji ulang proses ataupun hasil penyelesaian yang dilakukan siswa dengan cara guru bersama dengan siswa membahas/menganalisis hasil diskusi siswa yang masih kurang dipahami dan guru memberi penguatan terhadap materi yang telah dipelajari.</p> <p>b. Setelah selesai evaluasi contoh soal, siswa mengerjakan soal pilihan ganda yang telah disiapkan peneliti.</p>	<p>15 menit</p> <p>25 menit</p>
<p>Penutup</p> <p>a. Refleksi: Guru menginformasikan untuk memperdalam materi yang telah diajarkan.</p> <p>b. Guru menginformasikan bahwa akan diadakan tes yang kedua.</p> <p>c. Sebelum ditutup guru memimpin do'a penutupan mata pelajaran</p> <p>d. Guru menutup pelajaran.</p> <p>e. Guru memberi salam penutup</p>	<p>5 menit</p>

H. SUMBER BELAJAR

1. Modul

I. MEDIA PEMBELAJARAN

1. Perlengkapan alat tulis
2. Laptop

J. PENILAIAN

Tes pilihan ganda dan lembar pengamatan.

Mengetahui

Guru mata diklat

NIP.

Peneliti

Yonathan ito

NIM.5201409031

Soal soal instrumen siklus 1

1. Pengertian dari motor diesel ialah . . .
 - a. Motor bakar yang menggunakan sistem external combustion engine dan internal combustion engine pada proses pelaksanaannya, dan solar sebagai bahan bakarnya.
 - b. Motor bakar dengan bahan bakar solar yang menggunakan sistem ignition delay pada tahap akhir.
 - c. Motor bakar dengan sistem pembakaran diluar yang menggunakan solar sebagai bahan bakarnya.
 - d. **Motor bakar dengan sistem pembakaran di dalam yang menggunakan minyak diesel sebagai bahan bakarnya.**

2. Alasan mengapa bahan bakar bensin kurang sesuai digunakan pada motor diesel adalah . . .
 - a. Kadar oktan solar lebih besar dari oktan bensin.
 - b. **Titik nyala solar lebih rendah dari titik nyala bensin.**
 - c. Rasio kompresi bensin lebih tinggi dari solar.
 - d. Efisiensi panas bensin lebih besar dari solar.

3. Mengapa motor diesel disebut motor penyalan kompresi, karena . . .
 - a. pada proses penyalan kompresi begitu mempengaruhi jalannya mesin.
 - b. **penyalan suhu bahan bakarnya diakibatkan oleh suhu kompresi udara dalam ruang bakar.**
 - c. Setiap komponen penyalan membutuhkan kompresi yang baik.
 - d. Kompresi dalam penyalan digunakan untuk menyalakan mesin diesel.

4. Selain disebut sebagai motor penyalan kompresi, motor diesel juga disebut sebagai motor penyalan busi, mengapa demikian ?
 - a. Karena busi digunakan untuk kompresi.
 - b. Sebab dalam proses penyalan kendaraan busi harus digunakan.
 - c. **Karena penyalan bahan bakar diakibatkan percikan api dari busi.**
 - d. Karena busi memiliki voltase yang dibutuhkan mesin untuk proses pembakaran.

5. Berapakah rasio kompresi dan suhu udara agar bahan bakar solar terbakar habis di dalam proses pembakaran?
 - a. **15-22, 600°C**
 - b. 15-24, 600°C
 - c. 16-22, 600°C
 - d. 15-24, 600°C

6. Perbedaan antara mesin diesel dengan motor bensin dibawah ini yang **tidak sesuai** adalah .
 - a. ruang bakar mesin diesel rumit, sedangkan motor bensin sederhana.
 - b. **metode penyalan mesin diesel bergantung injektor, sedangkan motor bensin bergantung percikan busi.**
 - c. Efisiensi panas mesin diesel(%) adalah 30-40, sedangkan mesin bensin 22-30.
 - d. Siklus pembakaran mesin diesel adalah sabathe, sedangkan mesin bensin adalah otto.

7. Berikut adalah keunggulan motor diesel dibandingkan motor bensin, **kecuali** ?
 - a. Pemakaian bahan bakar lebih hemat, karena efisiensi panas lebih banyak.
 - b. **Jenis bahan bakar yang digunakan lebih sedikit.**
 - c. Operasi lebih mudah untuk kendaraan besar.
 - d. Biaya perasional lebih murah.

8. Berikut adalah kerugian motor diesel dibandingkan motor bensin, **kecuali** ?

- a. Jenis bahan bakar yang digunakan lebih banyak.
 - b. Bobot persatuan daya dan biaya produksi lebih besar.
 - c. Pembuatan pompa injeksi lebih teliti, sehingga perawatan lebih sukar.
 - d. Memerlukan kapasitas motor stater dan baterai yang lebih besar.
9. Salah satu kerugian motor diesel dibanding motor bensin ialah suara dan getaran yang timbul lebih besar, yakni hampir 2 kali lipat dari motor bensin. Hal ini disebabkan oleh tekanan pembakaran yang hampir mencapai?
- a. 50 kg/cm²
 - b. 60 kg/cm²
 - c. 70 kg/cm²
 - d. 80 kg/cm²
10. Apakah yang dimaksud dengan langkah kompresi pada motor diesel?
- a. Ketika torak bergerak dari TMB ke TMA, serta katup hisap dan katup buang dalam keadaan tertutup.
 - b. Ketika torak bergerak dari TMB ke TMA, serta katup hisap terbuka dan katup buang tertutup.
 - c. Ketika torak bergerak dari TMB ke TMA, serta katup hisap tertutup dan katup buang terbuka.
 - d. Ketika torak bergerak dari TMB ke TMA, serta katup hisap dan katup buang dalam keadaan terbuka.
11. Partikel bahan bakar yang disemprotkan oleh pengabut bercampur dengan udara bertekanan, terdapat pada langkah . . .
- a. Usaha
 - b. Kompresi
 - c. Buang
 - d. Isap
12. 4 tahapan pembakaran pada mesin diesel secara urut adalah . . .
- a. Pembakaran langsung, pembakaran tertunda, perambatan, pembakaran lanjut.
 - b. Perambatan, pembakaran lanjut, pembakaran tertunda, pembakaran langsung.
 - c. Perambatan, pembakaran tertunda, pembakaran lanjut, pembakaran langsung.
 - d. Pembakaran tertunda, perambatan, pembakaran langsung, pembakaran lanjut.
13. Berdasarkan gambar grafik pada nomor 10, huruf yang menunjukkan waktu pembakaran tertunda adalah . . .
- a. A-B
 - b. B-C
 - c. C-D
 - d. D-E
14. Hal yang menyebabkan efisiensi panas menjadi turun pada pembakaran lanjut ialah . . .
- a. Temperatur gas yang juga turun.
 - b. Bahan bakar yang terkompresi sempurna.
 - c. Pembakaran terlalu lama.
 - d. Terjadi kerusakan pada injektor.
15. Sebutan lain untuk tipe ruang bakar tambahan adalah . . .
- a. Direct combustion chamber.
 - b. Precombustion chamber.
 - c. Swirl combustion chamber.
 - d. Auxiliary combustion chamber.
16. Berikut adalah keuntungan dari ruang bakar muka, **kecuali** . . .

- a. Jenis bahan bakar yang digunakan luas.
 - b. Perawatan pompa injeksi lebih mudah.
 - c. Detonasi berkurang.
 - d. **Turbulensi sangat baik pada saat kompresi.**
17. Dibawah ini yang merupakan kerugian dari ruang bakar muka adalah . . .
- a. Detonasi lebih besar pada kecepatan rendah.
 - b. Saat injeksi bahan bakar mempengaruhi mesin.
 - c. **Memerlukan motor stater yang besar.**
 - d. Efisiensi panas dan pemakaian bahan bakar lebih boros.
18. Pada ruang bakar air cell, bahan bakar disemprotkan langsung ke dalam air cell dan terbakar, lalu akan mengakibatkan . . .
- a. **Tekanan dalam air cell bertambah.**
 - b. Tekanan dalam air cell berkurang.
 - c. Tekanan luar air cell bertambah.
 - d. Tekanan luar air cell berkurang.
19. Fungsi dari pompa injeksi adalah . . .
- a. Mencegah bahan bakar bercampur dengan udara.
 - b. Memompa injektor.
 - c. Melanjutkan bahan bakar dari tangki ke injektor.
 - d. **Menekan bahan bakar dari tangki ke injektor.**
20. Injektor berfungsi untuk menyemprotkan bahan bakar ketika . . .
- a. Sebelum langkah kompresi.
 - b. Awal langkah kompresi.
 - c. Pertengahan langkah kompresi.
 - d. **Akhir langkah kompresi.**

Hasil Tes Siklus 1

NO	Nama	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Jumlah	Nilai	Keterangan	
1	Rasid anwar romadan	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	10	50	Belum Tuntas	
2	Rudianto	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	10	50	Belum Tuntas	
3	Ruri aji prasetyo	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	14	70	Tuntas	
4	Sabar ujman	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17	85	Tuntas	
5	Sahrul ramadhoni	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	17	85	Tuntas	
6	Sandi agustiono	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	14	70	Tuntas	
7	Sarif hidayatullah	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	10	50	Belum Tuntas	
8	Sarif syaifudin	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	11	55	Belum Tuntas	
9	Septo risqi giandika	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	11	55	Belum Tuntas	
10	Setiawan	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	6	30	Belum Tuntas	
11	Sidik faturrohman	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	11	55	Belum Tuntas	
12	Sidik mustafa	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	17	85	Tuntas	
13	Sigit dwi prasetyo	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	8	40	Belum Tuntas	
14	Sigit prawoto	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	13	65	Belum Tuntas	
15	Slamet budiono	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	17	85	Tuntas	
16	Slamet lari suroso	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	14	70	Tuntas	
17	Slamet purwanto	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	14	70	Tuntas	
18	Sobirin	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	9	45	Belum Tuntas	
19	Sobriyanto	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	14	70	Tuntas	
20	Soern anwar	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	15	75	Tuntas	
21	Sofyan medianto	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	10	50	Belum Tuntas	
22	Solehun	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	11	55	Belum Tuntas	
23	Sugiono	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	11	55	Belum Tuntas	
24	Sujadi	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	14	70	Tuntas	
25	Sulistiyo eko pramana	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	14	70	Tuntas	
26	Sulistiyo	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	17	85	Tuntas	
27	Susandi putra pratama	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	16	80	Tuntas	
28	Syahdan kurniawan	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	9	45	Belum Tuntas	
29	Syaifudin nur hidayat	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	11	55	Belum Tuntas	
30	Tabah abdul rahmah	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	6	30	Belum Tuntas	
31	Teddy saputra	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	9	45	Belum Tuntas	
32	Teguh A. rasyid	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	14	70	Tuntas	
33	Teguh vebri vianto	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	14	70	Tuntas	
34	Teguh setyawan	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	15	75	Tuntas	
35	Tio dwi laksono	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	9	45	Belum Tuntas	
36	Tofik hidayatullah	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	7	35	Belum Tuntas	
37	Tomi subriyono	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	15	75	Tuntas	
		Rata-rata																					12,27	61,4	Belum Tuntas
		Belum Tuntas																					19	51,35%	
		Tuntas																					18	48,65%	

Kisi – kisi Soal Test 2:

Standar Kompetensi : sistem injeksi komponen bahan bakar diesel dan cara pemeliharanya

Kelas/semester : XI/7

Jumlah soal : 20 Butir Soal

Bentuk Soal : Pilihan Ganda

Tahun Ajaran : 2014/2015

No	Kompeteni Dasar	Indikator	No. Butir	Jumlah butir
1	Pemeliharaan sistem bahan bakar diesel	a) Sistem injeksi bahan bakar diesel	1,2,3,4,	4
		b) Fungsi sistem injeksi bahan bakar		
		c) Syarat sistem injeksi bahan bakar	5,6,7,8	4
		d) Komponen sistem injeksi bahan bakar	9,10,11,12	4
		e) Pemeliharaan pada komponen sistem injeksi bahan bakar	13,14,15,16	4
			17,18,19,20	4

LAMPIRAN 10

**RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN
(RPP) SIKLUS 2**

Satuan Pendidikan : SMK COKROAMINOTO 2 BANJARNEGARA

Mata Pelajaran : Pemeliharaan sistem bahan bakar diesel

Kelas / Semester : XI / 1

Tahun Ajaran : 2014/2015

Alokasi Waktu : 2 x 45 Menit

Pertemuan ke- : 2

A. STANDAR KOMPETENSI

Pemeliharaan/ servis sistem injeksi bahan bakar diesel

B. KOMPETENSI DASAR

Pemeliharaan/ servis sistem injeksi bahan bakar diesel tipe VE

C. MATERI PEMBELAJARAN

Materi Ajar : sistem dan komponen injeksi bahan bakar disel yang perlu diservis

D. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI

2. Mengerti cara kerja dan memelihara komponen-komponen injeksi bahan bakar untuk tipe VE.

E. TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah selesai melakukan pembelajaran ini siswa diharapkan dapat:

a. Mengetahui cara kerja dan memelihara komponen-komponen injeksi bahan bakar untuk tipe VE.

F. MODEL DAN METODE PEMBELAJARAN

Pembelajaran dengan model *Numbered Head Together* (NHT)

Metode pembelajaran : Ceramah,diskusi kelompok, dan tanya jawab.

G. KEGIATAN PEMBELAJARAN

Langkah-langkah Pembelajaran	Waktu
Pendahuluan g. Guru mengucapkan salam dan menanyakan kabar siswa. h. Ketua kelas memimpin doa untuk mengawali pembelajaran di kelas, kemudian guru mempresensi kehadiran siswa. i. Siswa diminta guru untuk menyiapkan alat tulis dan buku yang	5 menit

<p>diperlukan.</p> <p>j. Guru memberikan gambaran pelajaran yang akan dilaksanakan dan peneliti menjelaskan tujuan pembelajaran atau kompetensi dasar yang akan dicapai.</p> <p>k. Guru menyampaikan cakupan materi prinsip kerja sistem bahan bakar diesel dengan model pembelajaran yang akan digunakan, yaitu model pembelajaran NHT.</p> <p>l. Motivasi: Guru memberitahukan manfaat yang diperoleh siswa dalam mempelajari materi prinsip kerja sistem bahan bakar diesel menggunakan model pembelajaran NHT.</p>	
<p>Kegiatan Inti</p> <p>Pelaksanaan kegiatan pembelajaran dengan model NHT. Langkah-langkah pembelajaran NHT akan digabungkan dengan kegiatan eksplorasi, elaborasi, dan konfirmasi. NHT merupakan model pembelajaran yang lebih menekankan pada partisipasi dan aktivitas siswa untuk memecahkan permasalahan yang pengajar berikan dengan menyatukan pemikiran dari masing-masing siswa didalam suatu kelompok dengan bantuan materi (informasi) dari berbagai sumber belajar yang tersedia, misalnya modul dan internet.</p> <p>Langkah-langkah pembelajaran:</p> <p>Tahap 1: pemberian materi</p> <p>a. Guru menjelaskan materi prinsip kerja sistem bahan bakar diesel.</p> <p>b. Guru menggunakan media pembelajaran papan tulis untuk menyampaikan materi yang akan disampaikan.</p> <p>Tahap 2: pembagian kelompok</p> <p>d. Guru membagi siswa secara acak menjadi beberapa kelompok dengan masing siswa didalam kelompok memiliki nomor 1- 5. ((tahap <i>Numbering</i>) berbeda dengan kelompok pada siklus 1)</p> <p>e. Guru memberikan modul kepada tiap kelompok sebagai sarana siswa mencari referensi untuk menyelesaikan permasalahan.</p> <p>f. Guru memberikan contoh soal pada tiap kelompok tentang prinsip kerja sistem bahan bakar diesel yang telah dirancang peneliti (tahap <i>Questioning</i>).</p> <p>Tahap 3: diskusi kelompok dan berfikir bersama</p> <p>b. Siswa secara berkelompok berfikir bersama untuk menyelesaikan masalah (contoh soal) yang telah dipaparkan. Dalam hal ini guru memberikan</p>	<p>10 menit</p> <p>10 menit</p> <p>20 menit</p>

<p>penjelasan secara singkat bila ada siswa yang menemui kesulitan (tahap <i>Heads Togheter</i>).</p> <p>Tahap 4: presentasi hasil berfikir bersama</p> <p>c. Dalam kegiatan elaborasi tiap siswa yang memiliki nomor yang sama dengan soal mempresentasikan hasil berfikir bersama mereka didalam kelompok (tahap <i>Answering</i>).</p> <p>Tahap 5: evaluasi</p> <p>a. Dalam kegiatan konfirmasi siswa dibantu oleh guru untuk mengkaji ulang proses ataupun hasil penyelesaian yang dilakukan siswa dengan cara guru bersama dengan siswa membahas/menganalisis hasil diskusi siswa yang masih kurang dipahami dan guru memberi penguatan terhadap materi yang telah dipelajari.</p> <p>d. Setelah selesai evaluasi contoh soal, siswa mengerjakan soal pilihan ganda yang telah disiapkan peneliti.</p>	<p>15 menit</p> <p>25 menit</p>
<p>Penutup</p> <p>f. Refleksi: Guru menginformasikan untuk memperdalam materi yang telah diajarkan.</p> <p>g. Guru menginformasikan bahwa akan diadakan tes yang kedua.</p> <p>h. Sebelum ditutup guru memimpin do'a penutupan mata pelajaran</p> <p>i. Guru menutup pelajaran.</p> <p>j. Guru memberi salam penutup</p>	<p>5 menit</p>

H. SUMBER BELAJAR

2. Modul

I. MEDIA PEMBELAJARAN

3. Perlengkapan alat tulis
4. Laptop

J. PENILAIAN

Tes pilihan ganda dan lembar pengamatan.

Mengetahui

Guru mata diklat

NIP.

Peneliti

Yonathan ito

NIM.5201409031

Soal Siklus 2

1. Syarat sistem injeksi bahan bakar adalah sebagai berikut, **kecuali** . . .
 - a. Memberikan sejumlah tertentu bahan bakar.
 - b. Menepatan saat penginjeksian bahan bakar.
 - c. Mengendalikan kecepatan pendistribusian bahan bakar.
 - d. **Menginjeksikan bahan bakar dari tangki.**

2. Fungsi dari sistem injeksi bahan bakar adalah . . .
 - a. **Menyimpan bahan bakar**
 - b. Mencampur bahan bakar
 - c. Memaju mundurkan saat penginjeksian
 - d. Memperbaiki komponen sistem injeksi

3. Berapakah jumlah lubang yang terdapat pada fuel tank?
 - a. 1
 - b. 2
 - c. **3**
 - d. 4

4. Apakah fungsi dari fuel over flow pada tangki bahan bakar . . .
 - a. Memasukkan bahan bakar kedalam tangki
 - b. Mengeluarkan timbunan gas pada tangki
 - c. **Sebagai saluran kebocoran pada tangki**
 - d. Melanjutkan bahan bakar ke saringan bahan bakar

5. Pada fuel filter, water sedimenter bekerja berdasarkan sifat?
 - a. Kapasitas air.
 - b. **Gravitasi air.**
 - c. Kekentalan air.
 - d. Suhu air.

6. Pada sistem injeksi bahan bakar, sering kali dijumpai lebih dari satu penyaringan bahan bakar, fungsi dari penyaring sekunder (secondary filter) adalah . . .
 - a. Menahan partikel-partikel besar
 - b. Menyaring partikel-partikel sedang
 - c. Menyaring partikel-partikel kecil
 - d. **Menyaring partikel-partikel lembut**

7. Bila terdapat kerusakan pada saringan bahan bakar, sehingga penyaringan menjadi tidak bersih, maka akibatnya adalah sebagai berikut, **kecuali** . . .
 - a. **Daya mesin menjadi terlalu meningkat**
 - b. Putaran idle kasar
 - c. Umur Komponen didtem bahan bakar menjadi lebih pendek
 - d. Mesin sukar distater

8. Apakah yang terjadi bila inlet check valve pada priming pump menutup ?
 - a. Mengalirkan bahan bakar
 - b. Mengalirkan udara
 - c. **Mencegah bahan bakar mengalir**
 - d. Mencegah udara mengalir

9. Fungsi dari pompa injeksi bahan bakar adalah menyalurkan bahan bakar ke dalam . . .

- a. **Nozel injektor**
 - b. Cylinder
 - c. Pompa pengalir
 - d. Penginjeksian
10. Berikut yang **bukan** merupakan ciri-ciri dari pompa injeksi distributor (tipe VE) adalah sebagai berikut :
- a. Kecil, ringan dan mampu bekerja pada putaran tinggi.
 - b. Didalam unit pompa terdapat governor.
 - c. **Pelumasan elemen pompa dengan oli.**
 - d. Bahan bakar secara otomatis diputus saat kunci kontak dimatikan.
11. Pada sistem penginjeksian bahan bakar tipe VE, bahan bakar akan disemprotkan tiap . . . putaran, saat gerak bolak-balik plunger.
- a. $\frac{1}{4}$
 - b. $\frac{1}{2}$
 - c. $\frac{3}{4}$
 - d. 1
12. Pada pompa injeksi tipe VE komponen yang berfungsi untuk mengatur banyaknya penyemprotan atau injeksi adalah . . .
- a. **Governor**
 - b. Solenoid
 - c. Feed pump
 - d. Over flow valve
13. Fungsi dari komponen ini adalah untuk mengembalikan kelebihan bahan bakar yang berada diruang pompa untuk dikembalikan ke tangki bahan bakar. Komponen yang dimaksudkan diatas adalah?
- a. Governor
 - b. Solenoid
 - c. Feed pump
 - d. **Over flow valve**
14. Delivery valve berfungsi untuk . . .
- a. Mengontrol tekanan bahan bakar sebelum menuju feed pump
 - b. Mengeerakkan plat nok(face cam plate)
 - c. Membuka dan memutuskan aliran bahan bakar
 - d. **Mencegah bahan bakar kembali ke plunger**
15. Proses penyaluran bahan bakar secara urut, yaitu . . .
- a. Termination, delivery, suction, pressure equalization
 - b. **Suction, delivery, termination, pressure equalization**
 - c. Pressure equalization, delivery, suction, termination
 - d. Pressure equalization, delivery, termination, suction
16. Pada waktu plunger bergerak jauh ke kanan, saluran pembuang akan terbuka oleh ring pembuang, dan akibatnya tekanan bahan bakar pada plunger akan . . .
- a. Menurun
 - b. Setara
 - c. Meningkatkan
 - d. **Hilang**
17. Pada saat penginjeksian, Saat plunger pompa bergerak kekiri, salah satu dari 4 alur isap dalam silinder pompa akan lurus dengan port/ saluran isap dan bahan bakar akan ke ruang tekan plunger. Langkah diatas merupakan langkah ?

- a. Isap
 - b. Injeksi
 - c. Akhir injeksi
 - d. Penyesuaian tekanan
18. Pada governor sentrifugal, bila fuel set screw diputar searah jarum jam maka akan guide lever kearah . . .
- a. Kanan fuel set screw
 - b. Kiri fuel set screw
 - c. Berlawanan fuel set screw
 - d. Searah fuel set screw
19. Keterangan yang sesuai dari governor sentrifugal dibawah ini adalah . . .
- a. Putaran roda gigi 1,8 lebih cepat dari drive shaft
 - b. Control lever diggerakkan oleh spil ring
 - c. Control srping dikontrol oleh variasi beban
 - d. Terdapat 4 bobot sentrifugal
20. Penyemprotan bahan bakar pada nozzle tipe throttle pada saat akhir pembakaran ialah . . .
- a. Lebih sedikit dibandingkan awal pembakaran
 - b. Lebih banyak dibandingkan awal pembakaran
 - c. Setara dengan awal pembakaran
 - d. Tidak mengeluarkan bahan bakar dibandingkan awal pembakara

Hasil Tes Siklus 2

NO	Nama	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Jumlah	Nilai	Keterangan	
1	Rasid anwar romadân	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	16	80	Tuntas	
2	Rudianto	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	13	65	Belum Tuntas	
3	Ruri aji prasetyo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	16	80	Tuntas	
4	Sabar ujman	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	16	80	Tuntas	
5	Sahrul ramadhoni	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	17	85	Tuntas	
6	Sandi agustiono	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	17	85	Tuntas	
7	Sarif hidayatullah	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	14	70	Tuntas	
8	Sarif syaifudin	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	16	80	Tuntas	
9	Septo risqi giandika	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	90	Tuntas	
10	Setiawan	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	17	85	Tuntas	
11	Sidik faturohman	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	18	90	Tuntas	
12	Sidik mustafa	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	12	60	Belum Tuntas	
13	Sigit dwi prasetyo	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	8	40	Belum Tuntas	
14	Sigit prawoto	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	18	90	Tuntas	
15	Slamet budiono	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	17	85	Tuntas	
16	Slamet lari suroso	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	17	85	Tuntas	
17	Slamet purwanto	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	18	90	Tuntas	
18	Sobirin	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	16	80	Tuntas	
19	Sobriyanto	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	17	85	Tuntas	
20	Soem anwar	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	15	75	Tuntas	
21	Sofyan medianto	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	17	85	Tuntas	
22	Solehun	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	13	65	Belum Tuntas	
23	Sugiono	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	13	65	Belum Tuntas	
24	Sujadi	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	90	Tuntas	
25	Sulistiyoko eko pramana	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	11	55	Belum Tuntas	
26	Sulistyo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	18	90	Tuntas	
27	Susandi putra pratama	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	12	60	Belum Tuntas	
28	Syahdan kurniawan	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	19	95	Tuntas	
29	Syaifudin nur hidayat	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	14	70	Tuntas	
30	Tabah abdul rahmah	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	17	85	Tuntas	
31	Teddy saputra	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	15	75	Tuntas	
32	Teguh A rasyid	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	17	85	Tuntas	
33	Teguh vebri vianto	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	17	85	Tuntas	
34	Teguh setyawan	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	16	80	Tuntas	
35	Tio dwi laksana	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	17	85	Tuntas	
36	Tofik hidayatullah	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17	85	Tuntas	
37	Tomi supriyono	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	100	Tuntas	
		Rata-rata																					15,865	79,3	Tuntas
		Belum Tuntas																					7	18,92%	Tuntas
		Tuntas																					30	81,08%	Tuntas

LEMBAR KRITERIA PENILAIAN KEAKTIFAN SISWA

No	Indikator	Skor	Kriteria
A	Kehadiran di kelas	5	Selalu masuk kelas dan hadir tepat waktu.
		4	Selalu masuk kelas dan 1 kali pernah terlambat.
		3	Pernah tidak masuk 1 kali dan hadir tepat waktu
		2	Pernah tidak masuk 1 kali dan pernah terlambat.
		1	Sering tidak masuk dan sering terlambat.
B	Perhatian dalam mengikuti pelajaran	5	Perhatian dalam pelajaran dan sering menyampaikan pendapat.
		4	Perhatian dalam pelajaran, namun jarang menyampaikan pendapat.
		3	Perhatian dalam pelajaran, namun tidak pernah menyampaikan pendapat.
		2	Kurang perhatian dalam pelajaran dan jarang menyampaikan pendapat.
		1	Tidak memperhatikan pelajaran.
C	Keaktifan dalam mengajukan pertanyaan	5	Selalu bertanya saat mengikuti pelajaran (> 4 kali).
		4	Sering bertanya saat mengikuti pelajaran (3-4 kali).
		3	Kadang-kadang bertanya saat mengikuti pelajaran (1-2 kali).
		2	Sesekali bertanya saat mengikuti pelajaran.
		1	Tidak pernah bertanya saat mengikuti pelajaran.
D	Keaktifan dalam menjawab pertanyaan	5	Selalu menjawab pertanyaan ≥ 3 kali dan jawaban selalu tepat.
		4	Selalu menjawab pertanyaan ≥ 3 kali dan jawaban kurang tepat.
		3	Pernah menjawab pertanyaan 1-2 kali dan jawaban tepat.
		2	Pernah menjawab pertanyaan 1-2 kali dan jawaban kurang tepat.
		1	Tidak pernah menjawab pertanyaan.
E	Menghargai pendapat orang lain	5	Menghargai pendapat orang lain, tidak ramai sendiri dan mendengarkan pendapat orang lain.
		4	Pernah tidak menghargai pendapat orang lain, tidak ramai sendiri dan mendengarkan pendapat orang lain.
		3	Kadang tidak menghargai pendapat orang lain (1-2 kali), ramai sendiri dan mendengarkan pendapat orang lain.
		2	Sering (>2 kali) tidak menghargai pendapat orang lain, ramai sendiri dan tidak mendengarkan pendapat orang lain.
		1	Tidak menghargai pendapat orang lain, ramai sendiri dan tidak mendengarkan orang lain.

Rumus yang digunakan untuk menghitung nilai keaktifan siswa yaitu:

$$\text{Persentase skor} = \frac{\sum \text{skoryangdiperoleh}}{\sum \text{skormaksimum}}$$

LEMBAR OBSERVASI KEAKTIFAN SISWA SIKLUS I

LEMBAR OBSERVASI KEAKTIFAN SISWA SIKLUS I

No	Nama	Kehadiran di kelas					Perhatian dalam pelajaran					Keaktifan dalam bertanya					Keaktifan menjawab pertanyaan					Menghargai pendapat orang lain					Jumlah	%	Kategori	
		5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1				
1	Rasid anwar romadan	V					V					V					V					V					17	68%	Cukup	
2	Rudianto	V					V					V					V						V					16	64%	Cukup
3	Ruri eji prasetyo	V					V					V					V						V					15	60%	Cukup
4	Sabar ujiman	V					V					V					V						V					15	60%	Cukup
5	Sahrul ramadhoni	V					V					V					V						V					16	64%	Cukup
6	Sandi agustiono	V					V					V					V						V					15	60%	Cukup
7	Sarif hidayatullah	V					V					V					V						V					18	72%	Baik
8	Sarif syafidin	V					V					V					V						V					16	64%	Cukup
9	Septo risqi giandika	V					V					V					V						V					15	60%	Cukup
10	Setiawan	V					V					V					V						V					14	56%	Cukup
11	Sidik Anurohman	V					V					V					V						V					13	52%	Kurang Baik
12	Sidik mustafa	V					V					V					V						V					12	48%	Kurang Baik
13	Sigit dwi prasetyo	V					V					V					V						V					11	44%	Kurang Baik
14	Sigit prawoto	V					V					V					V						V					16	64%	Cukup
15	Slamet budiono	V					V					V					V						V					20	80%	Baik
16	Slamet Iari suroso	V					V					V					V						V					20	80%	Baik
17	Slamet purwanto	V					V					V					V						V					17	68%	Cukup
18	Sobirin	V					V					V					V						V					16	64%	Cukup
19	Sobriyanto	V					V					V					V						V					17	68%	Cukup
20	Soem anwar	V					V					V					V						V					17	68%	Cukup
21	Sofyan medianto	V					V					V					V						V					17	68%	Cukup
22	Solehun	V					V					V					V						V					17	68%	Cukup
23	Sugiono	V					V					V					V						V					15	60%	Cukup
24	Sujadi	V					V					V					V						V					17	68%	Cukup
25	Sulistiyono ake pramana	V					V					V					V						V					15	60%	Cukup
26	Sulistyo	V					V					V					V						V					15	60%	Cukup
27	Susandi putra pratama	V					V					V					V						V					16	64%	Cukup
28	Syahdan kumilawan	V					V					V					V						V					15	60%	Cukup
29	Syaifudin nur hidayat	V					V					V					V						V					15	60%	Cukup
30	Tabah abdul rahmah	V					V					V					V						V					15	60%	Cukup
31	Teddy sepura	V					V					V					V						V					15	60%	Cukup
32	Taguh A rasyid	V					V					V					V						V					15	60%	Cukup
33	Teguh webri vianito	V					V					V					V						V					16	64%	Cukup
34	Teguh setyawan	V					V					V					V						V					18	72%	Baik
35	Tio dwi laktsono	V					V					V					V						V					16	64%	Cukup
36	Tofik hidayanullah	V					V					V					V						V					17	68%	Cukup
37	Tommi supriyono	V					V					V					V						V					19	76%	Baik
																												15,919	64%	Cukup
																												0	0,00%	
																												3	8,11%	
																												29	78,38%	
																												5	13,51%	
																												0	0,00%	

Ra-rata

Tidak baik

Kurang Baik

Cukup Baik

Baik

Sangat Baik

SILABUS

NAMA SEKOLAH : SMK Cokroaminoto 2 Banjarnegara
 MATA PELAJARAN : Kompetensi kejuruan
 KELAS/SEMESTER : XI / 3 - 4
 STANDAR KOMPETENSI : Memelihara dan memperbaiki sistem injeksi bahan bakar diesel
 KODE KOMPETENSI :
 ALOKASI WAKTU : 48 x 45 menit

KOMPETENSI DASAR	INDIKATOR	MATERI PEMBELAJARAN	KEGIATAN PEMBELAJARAN	PENILAIAN	ALOKASI WAKTU			SUMBER BELAJAR
					TM	PS	PI	
1. Memelihara/ servis sistem dan komponen injeksi bahan bakar diesel.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pemeliharaan/ servis sistem dan komponen injeksi bahan bakar diesel dilaksanakan tanpa menyebabkan keru- sakan terhadap komponen atau sistem lainnya. ▪ Informasi yang benar di- akses dari spesifikasi pabrik dan dipahami. ▪ Pemeliharaan/ servis pompa/ komponen injeksi bahan bakar diesel dilaksanakan berdasarkan spesifikasi pabrik. ▪ Pompa/ komponen injeksi bahan bakar diesel diuji dengan persyaratan kerja. ▪ Seluruh kegiatan pemeliha- raan/ servis sistem dan komponen dilaksanakan berdasarkan SOP (<i>Standard Operation Procedures</i>), undang- undang K 3 (Kese- lamatan dan Kesehatan Kerja), peraturan perundang- undangan dan prosedur/ kebijakan perusa- haan. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Jenis, fungsi dan prinsip kerja sistem injeksi bahan bakar diesel. ▪ Sistem dan komponen injeksi bahan bakar diesel ▪ pemeliharaan/ servis sistem dan komponen injeksi bahan bakar diesel yang sesuai dengan SOP, K3, UU dan prosedur/ kebijakan perusahaan. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Memahami prinsip kerja sistem bahan bakar diesel melalui penggalian infomasi pada buku manual. ▪ Memahami konstruksi sistem bahan bakar diesel dan komponen- komponennya. ▪ Memahami Prosedur pe- meliharaan/ servis komponen/ sistem bahan bakar diesel melalui penggalian informasi modul ▪ Memeriksa kondisi tangki bahan bakar diesel melalui service berkala ▪ Memeriksa kondisi saluran bahan bakar diesel. Melalui service berkala 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tes Tertulis ▪ Non test (observasi/ cek list) dan lisan 	6	6 (12)	4 (16)	<ul style="list-style-type: none"> • Modul servis sistem injeksi bahan bakar diesel • Buku manual • Unit injeksi bahan bakar diesel • Unit kendaraa n • Special tools

KOMPETENSI DASAR	INDIKATOR	MATERI PEMBELAJARAN	KEGIATAN PEMBELAJARAN	PENILAIAN	ALOKASI WAKTU			SUMBER BELAJAR
					TM	PS	PI	
			<ul style="list-style-type: none"> ▪ memeriksa kerja pompa pengalir melalui service berkala ▪ memeriksa berbagai jenis pompa injeksi sesuai SOP. ▪ Memeriksa kondisi dan kemampuan pengabutan melalui service berkala ▪ memeriksa governor melalui service berkala ▪ Melakukan calibrasi pada pompa injeksi melalui service berkala ▪ Melakukan penyetelan saat penyemprotan/pas hing bahan bakar diesel melalui service berkala ▪ Memeriksa kerja sistem bahan bakar diesel melalui kegiatan service berkala 					

KOMPETENSI DASAR	INDIKATOR	MATERI PEMBELAJARAN	KEGIATAN PEMBELAJARAN	PENILAIAN	ALOKASI WAKTU			SUMBER BELAJAR
					TM	PS	PI	
2. Memperbaiki Komponen injeksi bahan bakar diesel	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Perbaiki sistem injeksi bahan bakar diesel diselesaikan tanpa menyebabkan kerusakan terhadap komponen atau sistem lain-nya. ▪ Informasi yang benar di-akses dari spesifikasi pabrik dan dipahami. ▪ Sistem injeksi bahan bakar diesel dan komponen-komponennya diperbaiki, diganti dengan menggunakan metode dan peralatan yang tepat, sesuai dengan spesifikasi dan toleransi terhadap kendaraan/sistem. ▪ Data yang tepat dilengkapi sesuai hasil perbaikan. ▪ Seluruh kegiatan pelepasan/ penggantian sistem injeksi bahan bakar diesel dan komponen dilaksanakan berdasarkan SOP (<i>Standard Operation Procedures</i>), undang-undang K 3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja), peraturan perundang-undangan dan prosedur/kebijakan perusahaan. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Konstruksi dan prinsip kerja sistem injeksi bahan bakar diesel ▪ Identifikasi kerusakan dan penggantian/ perbaikan komponen yang rusak. ▪ Pengujian komponen sistem. ▪ Standar prosedur keselamatan kerja. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mematuhi keselamatan kerja sesuai dengan SOP ▪ Prosedur perbaikan, pelepasan dan penggantian. ▪ Konstruksi dan kerja sistem injeksi bahan bakar diesel ▪ Prosedur pengujian komponen sistem. ▪ Persyaratan perlengkapan keselamatan. ▪ Persyaratan keamanan kendaraan. ▪ Mengidentifikasi kerusakan-an sistem injeksi bahan bakar diesel dan komponen-komponennya ▪ Melaksanakan perbaikan kerusakan pada sistem injeksi bahan bakar diesel dan komponen-komponennya 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tes Tertulis ▪ Non test (observasi/ cek list) dan lisan 	6	6 (12)	4 (16)	<ul style="list-style-type: none"> • Modul servis sistem injeksi bahan bakar diese • Buku manual • Unit injeksi bahan bakar diesel • Unit kendaraan • Special tools

KOMPETENSI DASAR	INDIKATOR	MATERI PEMBELAJARAN	KEGIATAN PEMBELAJARAN	PENILAIAN	ALOKASI WAKTU			SUMBER BELAJAR
					TM	PS	PI	
3. Mengkalibrasi pompa injeksi	<ul style="list-style-type: none"> Pengkalibrasian komponen injeksi bahan bakar diesel dilaksanakan tanpa menyebabkan kerusakan terhadap komponen atau sistem lain-nya. Informasi yang benar di-akses dari spesifikasi pabrik dan dipahami. Pemeliharaan/servis pompa / komponen injeksi bahan bakar diesel dilaksanakan berdasarkan spesifikasi pabrik. Seluruh kegiatan pelepasan/ penggantian sistem injeksi bahan bakar diesel dan komponen dilaksanakan berdasarkan SOP (<i>Standard Operation Procedures</i>), undang-undang K 3 (Keselamatan dan Kese-hatan Kerja), peraturan perundang-undangan dan prosedur/kebijakan perusa-haan. 	<ul style="list-style-type: none"> Sistem dan komponen injeksi bahan bakar diesel yang perlu dikalibrasi Data spesifikasi pabrik Langkah kerja kalibrasi sistem dan komponen injeksi bahan-bahan bakar diesel yang sesuai dengan SOP, K3, UU dan prosedur/ kebijakan perusahaan. 	<ul style="list-style-type: none"> Mengikuti prosedur pengkalibrasian komponen injeksi bahan bakar yang sesuai dengan SOP Memperhatikan faktor-faktor K# dan sesuai dengan SOP 	<ul style="list-style-type: none"> Tes Tertulis Non test (observasi/ cek list) dan lisan 	6	6 (12)	4 (16)	<ul style="list-style-type: none"> Modul servis sistem injeksi bahan bakar diese Buku manual Unit injeksi bahan bakar diesel Unit kendaraa n Special tools

LAMPIRAN 17



KEPUTUSAN
DEKAN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
Nomor : 458 / F7-UNNES / 2013

Tentang
PENETAPAN DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI/TUGAS AKHIR SEMESTER GASAL/GENAP
TAHUN AKADEMIK 2012/2013

- Menimbang : Bahwa untuk memperlancar mahasiswa Jurusan/Prodi Teknik Mesin/Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik membuat Skripsi/Tugas Akhir, maka perlu menetapkan Dosen-dosen Jurusan/Prodi Teknik Mesin/Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik UNNES untuk menjadi pembimbing.
- Mengingat : 1. SK Rektor UNNES No. 164/O/2004 tentang Pedoman penyusunan Skripsi/Tugas Akhir Mahasiswa Strata Satu (S1) UNNES;
2. SK Rektor UNNES No.162/O/2004 tentang penyelenggaraan Pendidikan UNNES;
3. Undang-undang No.20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional (Tambahan Lembaran Negara RI No.4301, penjelasan atas Lembaran Negara RI Tahun 2003, Nomor 78)
- Memperhatikan : Usulan Ketua Jurusan/Prodi Teknik Mesin/Pendidikan Teknik Mesin Tanggal 29 April 2013

MEMUTUSKAN

- Menetapkan
PERTAMA : Menunjuk dan menugaskan kepada :
- | | |
|-----------------------|-----------------------------|
| 1. Nama | : Drs. Abdurrahman, M.Pd. |
| NIP | : 196009031985031002 |
| Pangkat/Golongan | : IV/c - Pembina Utama Muda |
| Jabatan Akademik | : Lektor Kepala |
| Sebagai Pembimbing I | |
| 2. Nama | : Hadromi, S.Pd., MT. |
| NIP | : 196908071994031004 |
| Pangkat/Golongan | : IV/a - Pembina |
| Jabatan Akademik | : Lektor Kepala |
| Sebagai Pembimbing II | |
- Untuk membimbing mahasiswa penyusun skripsi/Tugas Akhir :
- | | |
|---------------|---|
| Nama | : YONATHAN ITO |
| NIM | : 5201409031 |
| Jurusan/Prodi | : Teknik Mesin/Pendidikan Teknik Mesin |
| Topik | : PENERAPAN MODUL SISTEM PENDINGIN PADA MOBIL UNTUK MENINGKATKAN HASIL BELAJAR SISWA SMK JURUSAN OTOMOTIF |

- KEDUA : Keputusan ini mulai berlaku sejak tanggal ditetapkan.



- Tembusan
1. Pembantu Dekan Bidang Akademik
2. Ketua Jurusan
3. Dosen Pembimbing
4. Pertinggal



5201409031

FM-03-AKD-24/Rev. 00

LAMPIRAN 18



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS TEKNIK

Gedung E1, Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229
Telepon: 0248508101
Laman: <http://ft.unnes.ac.id>, surel: ft_unnes@yahoo.com

Nomor : 2877/UN37.15/07/2014
Lamp. :
Hal : Ijin Penelitian

Kepada
Yth. Kepala SMK Cokroaminoto 2 Banjarnegara
di SMK Cokroaminoto 2 Banjarnegara

Dengan Hormat,

Bersama ini, kami mohon ijin pelaksanaan penelitian untuk menyusun skripsi/tugas akhir oleh mahasiswa sebagai berikut:

Nama : YONATHAN ITO
NIM : 5201409031
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin, S1
Topik : PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN "NUMBERED HEAD TOGETHER BERBANTUAN MODUL GUNA MENINGKATKAN HASIL BELAJAR SISWA PADA KOMPETENSI "DASAR" PEMELIHARAAN SISTEM BAHAN BAKAR DIESEL

Atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.



Semarang, 26 Agustus 2014
Tetap,
Muhammad Harlanu, M.Pd.

NIP. 196602151991021001

LAMPIRAN 19



YAYASAN PENDIDIKAN ISLAM COKROAMINOTO (YPIC) BANJARNEGARA
SMK COKROAMINOTO 2 BANJARNEGARA

STATUS TERAKREDITASI A

Jl. Letjen Soeprapto No. 221, Banjarnegara 53417. Telp. (0286) 592 592 Fax. (0286) 592 539
 http://www.smkcokro2-banjarnegara.sch.id, e-mail : smk_cokro2bna@gmail.com

No : 8300/SMK-C2/HL/IX/2014
 Lamp : -
 Hal : Surat Keterangan Telah Melakukan Penelitian Skripsi

Yang bertanda tangan dibawah ini Kepala Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Cokroaminoto 2 Banjarnegara menerangkan bahwa :

Nama : Yonathan Ito
 Tempat / tanggal lahir : Purwokerto, 19 April 1991
 N I M : 5201409031
 Jurusan : Teknik Mesin
 Fakultas : Teknik
 Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin

Mahasiswa tersebut telah melakukan penelitian tentang “Penerapan Model Pembelajaran *Numbered Head Together* (Nht) Berbantuan Modul Sekolah Guna Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Pada Kompetensi Dasar Pemeliharaan Sistem Bahan Bakar Diesel” di SMK Cokroaminoto 2 Banjarnegara.

Demikian surat keterangan ini agar dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Banjarnegara, 12 September 2014



Kepala Sekolah

Putatmaji

LAMPIRAN 201. Tahap *Numbering*

2. Tahap Questioning



3. Tahap Questioning



4. Tahap Answering



