



**PENERAPAN ALAT PERAGA POMPA BAHAN
BAKAR TIPE *IN-LINE* UNTUK MENINGKATKAN
KEMAMPUAN PEMAHAMAN MATERI SISTEM
BAHAN BAKAR MOTOR DIESEL PADA
PERKULIAHAN PERAKITAN OTOMOTIF II**

SKRIPSI

**Disajikan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan
Prodi Pendidikan Teknik Mesin**

oleh

Nur Cholidin

5201406516

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2013**

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Nur Cholidin

NIM : 5201406516

Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin

Judul : “Penerapan Alat Peraga Pompa Bahan Bakar Tipe *In-line* untuk Meningkatkan Kemampuan Pemahaman Materi Sistem Bahan Bakar Motor Diesel pada Perkuliahan Perakitan Otomotif II”

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji dan diterima sebagai persyaratan memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.

Panitia Ujian Skripsi

Ketua : Dr. M. Khumaedi ()

NIP. 196209131991021001

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

NIP. 19800319 2005011001

Dewan Penguji

Pembimbing I : Drs. Winarno D. R, M. Pd. ()

NIP. 195210021981031002

Pembimbing II : Danang Dwi S. ST., MT. ()

NIP. 196704051994021001

Penguji Utama : Drs. Agus Suharmanto, M. Pd. ()

NIP. 195411161984031001

Penguji Pendamping I : Drs. Winarno D. R, M. Pd. ()

NIP. 19521002 198103 1 002

Penguji Pendamping II : Danang Dwi S. ST., MT. ()

NIP. 196704051994021001

Ditetapkan di Semarang

Tanggal :

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknik

Drs. Muhammad Harlanu, M. Pd.

NIP. 196602151991021001

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi saya yang berjudul “Penerapan Alat Peraga Pompa Bahan Bakar Tipe *In-line* untuk Meningkatkan Kemampuan Pemahaman Materi Sistem Bahan Bakar Motor Diesel pada Perkuliahan Perakitan Otomotif II” 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,

Penulis

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

1. Jalan kebaikan adalah jalan Allah, kita yang berbuat kebaikan sesungguhnya berjalan bersama Allah.
2. Jangan berputus asah dalam berikhtiar dan berdo'a, karena Allah Maha Mengetahui yang terbaik bagi kita.
3. Mimpi akan tercapai apabila ada alat, kemampuan, dan sumberdaya yang cukup, serta strategi yang tepat.

Skripsi ini saya persembahkan kepada:

1. Ayah dan Ibunda yang sangat saya cintai
2. Kedua Kakakku yang saya sayangi.
3. Keluarga besar Teknik Mesin UNNES
4. Teman-teman LEKMAPALA FT UNNES
5. Mahasiswa PTM'06.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang memberikan rahmat dan hidayah-Nya. Shalawat serta salam penulis haturkan kepada Nabi Muhammad SAW serta kepada para shabatnya.

Tersusunnya skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan bimbingan berbagai pihak, oleh karena itu dengan kerendahan hati penulis sampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Drs. Muhammad Harlanu, M. Pd., Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan kesempatan untuk menyelesaikan skripsi ini.
2. Dr. M. Khumaedi, Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakkultas Tenik Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan ijin penelitian untuk penyusunan skripsi ini.
3. Drs. Winarno D.R, M.Pd., Dosen Pembimbing I yang telah memberikan waktu, bimbingan, dan petunjuk dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Danang Dwi S. ST., MT., Dosen Pembimbing II yang telah memberikan waktu, bimbingan, dan petunjuk dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Drs. Agus Suharmanto, M. Pd., Dosen Penguji yang telah memberikan waktu, dan sarana dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Seluruh staf dan karyawan Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang.

7. Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Prodi Pendidikan Teknik Mesin angkatan 2006, terima kasih atas bantuannya selama ini.
8. Semua pihak yang telah memberikan bantuan moril maupun materil dalam penyusunan skripsi ini

Penulis menyadari banyak kekurangan yang ada dalam skripsi ini, kritik dan saran yang positif dari pembaca sangat penulis harapkan demi kesempurnaan penyusunan skripsi ini. Terimakasih

Akhirnya, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca. Amin.

Semarang,

Penulis

ABSTRAK

Nur Cholidin. 2012. “Penerapan Alat Peraga Pompa Bahan Bakar Tipe *In-line* untuk Meningkatkan Kemampuan Pemahaman Materi Sistem Bahan Bakar Motor Diesel pada Perkuliahan Perakitan Otomotif II”. Skripsi. Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.

Kata Kunci: Alat, Peraga dan Pompa.

Permasalahan yang diungkapkan dalam penelitian ini yang pertama apakah pembuatan alat peraga pompa bahan bakar tipe *In-line* telah sesuai dengan uji kelayakan alat meliputi: (a) menampilkan komponen (b) sistem aliran bahan bakar (c) mekanisme kerja. Kedua apakah penerapan alat peraga pompa bahan bakar tipe *In-line* dapat meningkatkan kemampuan mahasiswa dalam memahami materi sistem bahan bakar motor diesel pada perkuliahan teknik perakitan otomotif II ?

Tujuan yang ingin dicapai yaitu untuk mengetahui peningkatan kemampuan pemahaman materi sistem bahan bakar motor diesel dengan menggunakan alat peraga pompa bahan bakar tipe *In-line* yang telah sesuai dengan uji kelayakan alat.

True Experimental Design dengan pola *pre-test post-test control group design* yaitu yang digunakan penelitian. Subjek penelitian ini adalah mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang yang mengikuti perkuliahan perakitan otomotif II tahun ajaran 2010/2011, dengan kelompok kontrol sebanyak 23 mahasiswa dan kelompok eksperimen sebanyak 22 mahasiswa. Metode pengumpulan data yaitu menggunakan metode dokumentasi dan metode test.

Hasil analisis data diperoleh nilai rata-rata *pre test* sebesar 53,435 dan *post-test* sebesar 65, dengan demikian mengalami peningkatan sebesar 21,64%, kemudian pada kelompok eksperimen nilai rata-rata *pre test* sebesar 59,955 dan *post-test* sebesar 81,773, mengalami peningkatan hasil belajar sebesar 36,39%. Hal ini menunjukkan hasil belajar kelompok eksperimen lebih baik dari pada kelompok kontrol. Distribusi data penelitian pada kelompok eksperimen dan kontrol normal dan homogen, terbukti pengujian normalitas H_0 diterima dengan nilai $X^2_{hitung} (5,67) < X^2_{tabel} (11,1)$ dan pengujian homogenitas H_0 diterima dengan nilai $F_{hitung} (1,21) < F_{tabel} (2,41)$. Pengujian hipotesis menggunakan uji-t dengan hasil $t_{hitung} (10,52) > t_{tabel} (2,02)$, H_a diterima: ada perbedaan, dengan demikian peningkatan pemahaman materi kelompok eksperimen lebih baik dari pada kontrol.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah adanya peningkatan pemahaman materi antara pembelajaran menggunakan alat sebenarnya dengan pembelajaran menggunakan alat peraga pompa bahan bakar tipe *In-line* yang telah sesuai dengan uji kelayakan alat dengan materi sistem bahan bakar motor diesel, pada mata kuliah teknik perakitan otomotif II Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Saran yang berkaitan dengan hasil penelitian ini yaitu yang pertama untuk mata kuliah yang sifatnya aplikatif sebaiknya menggunakan alat peraga, kedua yaitu perlu penambahan media lain seperti animasi dan power point sebagai pendukung alat peraga.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Batasan Masalah	5
C. Rumusan Masalah	5
D. Tujuan.....	6
E. Manfaat Penelitian	6
F. Penegasan Istilah.....	7
BAB II LANDASAN TEORI DAN HIPOTESIS	8
A. Peranan Alat Peraga dalam Pembelajaran	8
B. Sistem Bahan Bakar	12
C. Pompa Injeksi Tipe <i>In-line</i>	15

	D. Kerangka Berfikir.....	37
	E. Hipotesis	38
BAB III	METODE PENELITIAN	39
	A. Jenis Penelitian	39
	B. Populasi dan Sampel.....	40
	C. Metode Pengumpulan Data	42
	D. Instrumen Penelitian.....	43
	E. Tahap Penelitian dan Alur	44
	F. Penilaian Alat Ukur	47
	G. Teknik Analisis Data.....	49
BAB IV	HASIL PELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	54
	A. Spesifikasi Alat Peraga	54
	B. Hasil Penelitian	55
	B. Pembahasan	63
BAB V	PENUTUP.....	67
	A. Simpulan	67
	B. Saran	68
	DAFTAR PUSTAKA	69
	LAMPIRAN	71

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Tabel Desain Penelitian	39
Tabel 2. Hasil Pengujian Validitas Instrumen Penelitian.....	57
Tabel 3. Hasil Pengujian Reliabilitas Instrumen Penelitian.....	58
Tabel 4. Data Hasil Belajar Sebelum Pembelajaran (<i>pre test</i>).....	59
Tabel 5. Hasil Uji-t Nilai Pengukuran <i>Pre-Test</i>	59
Tabel 6. Data Hasil Belajar Setelah Pembelajaran (<i>post test</i>).....	60
Tabel 7. Hasil Nilai Rata-Rata <i>Pre-Test</i> , <i>Post-Test</i> dan Peningkatan Nilai Rata-rata pada Kelompok Eksperimen dan Kontrol	60
Tabel 8. Hasil Uji Normalitas <i>Post Test</i> Kelompok Eksperimen dan Kelompok Kontrol.....	61
Tabel 9. Data Uji Homogenitas <i>Post Test</i>	62
Tabel 10. Hasil Uji-t Nilai Pengukuran <i>Post-Test</i>	62

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Sistem Injeksi Bahan Bakar	13
Gambar 2. Pompa Injeksi Tipe <i>In-line</i>	14
Gambar 3. Pompa Injeksi Tipe <i>Distributor</i>	15
Gambar 4. Garis Besar Komponen dan Fungsi Pompa Injeksi Tipe <i>In-line</i> ...	15
Gambar 5. Konstruksi Pompa <i>In-line</i>	16
Gambar 6. Kontruksi Elemen Pompa <i>In-line</i>	17
Gambar 7. Silinder Putaran Stop	18
Gambar 8. Proses Pemasokan Bahan Bakar	18
Gambar 9. Konstruksi Mekanisme Kontrol Volume Injeksi	19
Gambar 10. Kontrol Aliran Bahan Bakar	19
Gambar 11. <i>Delivery Valve</i>	20
Gambar 12. Fungsi <i>Delivery Valve</i>	21
Gambar 13. Katup <i>Delivery Valve</i>	21
Gambar 14. <i>Pump Housing</i>	22
Gambar 15. <i>Camshaft</i>	22
Gambar 16. Bentuk Dasar <i>Cam</i>	23
Gambar 17. <i>Tapered Roler Bearings</i>	23
Gambar 18. <i>Tappet</i>	24
Gambar 19. <i>Control Sleeve</i> dan <i>Pinion</i>	24
Gambar 20. <i>Plunger and Control Sleeve</i>	25
Gambar 21. <i>Control Rack</i>	25

Gambar 22. Mekanisme Putaran <i>Plunger</i>	25
Gambar 23. Prinsip Pengoprasian <i>Governor Pneumatic</i>	27
Gambar 24. Cara Kerja <i>Governor Pneumatic</i>	28
Gambar 25. Konstruksi <i>Feed Pump</i>	29
Gambar 26. Cara Kerja <i>Feed Pump</i>	29
Gambar 27. Pompa Dasar	30
Gambar 28. Grafik Kecepatan Mesin dan Proses Pembakaran.....	31
Gambar 29. Cara Kerja <i>Timer</i>	32
Gambar 30. Pergerakan <i>Timer 1</i>	32
Gambar 31. Pergerakan <i>Timer 2</i>	33
Gambar 32. Pergerakan <i>Timer 3</i>	33
Gambar 33. Sub <i>Timer Spring</i>	34
Gambar 34. Tipe <i>Nozzle Holder</i>	35
Gambar 35. Konstruksi <i>Nozzle Holder</i>	36
Gambar 36. Kerja <i>Nozzle</i>	36
Gambar 37. Diagram Kerangka Berfikir.....	37
Gambar 38. Diagram Alur Penelitian.....	46
Gambar 39. Alat Peraga Pompa Bahan Bakar Tipe <i>In-line</i> Motor Diesel	54
Gambar 40. Diagram Korelasi Validitas Soal	57
Gambar 41. Diagram Rata-rata Hasil <i>Pre-test</i> dan <i>Post-test</i> Kelompok Kontrol dan Eksperimen	63

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Instrumen Penelitian	71
Lampiran 2. Uji Coba Instrumen Penelitian	76
Lampiran 3. Daftar Nama Mahasiswa	80
Lampiran 4. Data Nilai Kelompok Eksperimen dan Kelompok Kontrol	82
Lampiran 5. Analisis Data	83
Lampiran 6. Lembar Uji Instrumen	90
Lampiran 7. Lembar Uji Kelayakan alat.....	91
Lampiran 8. Foto Penelitian.....	101
Lampiran 9. Surat-surat.....	103
Lampiran 10. Silabi.....	113
Lampiran 11. Tabel Pengujian	118

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pembelajaran merupakan hal yang penting dan tidak pernah lepas dalam dunia pendidikan, karena menjadi sarana yang tepat untuk menunjang suatu pembelajaran yang optimal dan berkualitas. Proses pembelajaran juga dijadikan tolak ukur keberhasilan seorang mahasiswa dalam belajar memahami konsep dan seberapa efektif metode pembelajaran yang diberikan dosen. Proses pembelajaran antara dosen dan mahasiswa membutuhkan komunikasi yang baik dan dapat menarik perhatian dari mahasiswa sehingga pembelajaran efektif dan efisien dan hasilnya bisa maksimal. Menurut Arsyad (2011: 15), proses pembelajaran dapat efektif apabila ada dua unsur yang saling berkaitan yaitu metode mengajar dan media pembelajaran.

Proses pembelajaran yang dilakukan selama ini dengan metode ceramah bervariasi, salah satu variasi yang biasa dilakukan adalah dengan menggunakan media yaitu alat sebenarnya, sehingga ketika dosen menjelaskan mekanisme kerja sebuah alat maka juga disertai dengan contoh langsung yaitu alat sebenarnya. Hasil dari proses pembelajaran tersebut sebenarnya sudah bagus, akan tetapi pemahaman mahasiswa dalam memahami materi masih kurang, hal ini bisa terjadi karena media yang kurang mendukung, keterbatasan waktu, dan minat mahasiswa yang rendah sehingga kurang memperhatikan.

Proses pembelajaran dengan metode ceramah bervariasi selama ini hasilnya masih kurang, apalagi jika hanya menggunakan metode ceramah saja, hal ini senada dengan pendapat Harsono dkk (2009: 81) yang menyatakan bahwa metode ceramah adalah metode pembelajaran yang konvensional, penyampaian materi hanya bercerita sesuai dengan yang ada di dalam buku, lebih lanjut dijelaskan bahwa pembelajaran kurang efektif jika hanya dilakukan dengan metode ceramah saja, karena pada saat proses pembelajaran mahasiswa hanya menjadi pendengar ceramah tanpa mengalami dan melakukan sendiri apa yang disampaikan.

Mata kuliah perakitan otomotif II merupakan salah satu perkuliahan praktek yang harus ditempuh mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang, selama ini metode yang digunakan untuk menyampaikan mata kuliah ini adalah ceramah bervariasi dengan menggunakan model alat peraga sebenarnya. Mata kuliah perakitan otomotif II dibagi menjadi beberapa sub pokok bahasan, salah satunya adalah pokok bahasan tentang system bahan bakar motor diesel pada pompa bahan bakar tipe *in-line*. Mengingat pentingnya mata kuliah ini, maka mahasiswa dituntut untuk dapat membongkar, menganalisis, dan merakit kembali pompa bahan bakar tipe *in-line* tersebut, selama ini kemampuan pemahaman mahasiswa dalam membongkar dan merakit dapat dicapai dengan metode ceramah bervariasi yang disampaikan dosen, tetapi untuk kemampuan dalam menjelaskan mekanisme kerja pompa bahan bakar tipe *in-line* tersebut dirasa masih kurang, karena alat praktek sebenarnya komponen yang ada di dalamnya tidak dapat dilihat mekanisme

kerjanya, jika alat tersebut dibongkar maka mahasiswa bingung karena komponen alat tersebut menjadi terpisah, sehingga proses mekanisme kerja pompa bahan bakar tipe *in-line* sukar dipahami.

Sesuai kondisi di atas, maka peneliti bermaksud membuat media pembelajaran dalam bentuk alat peraga pompa bahan bakar tipe *in-line* sesuai dengan meteri sistem bahan bakar motor diesel khususnya pompa bahan bakar tipe *in-line*. Alat peraga pompa bahan bakar tipe *in-line* dibuat oleh peneliti mulai dari perencanaan, memilih pompa dengan kondisi komponen yang layak, pemotongan atau pembelahan pompa, pembuatan kaki-kaki sebagai dudukan pompa, penambahan lengan penggerak, pewarnaan dan finishing. Menggunakan alat peraga pompa bahan bakar tipe *in-line*, komponen di dalam pompa dapat dilihat dari luar, dengan demikian alat peraga pompa bahan bakar tipe *in-line* akan menarik perhatian dan menambah minat belajar mahasiswa, sehingga proses pembelajaran sistem bahan bakar motor diesel lebih efektif.

Alat peraga pompa bahan bakar tipe *in-line* model belahan menampilkan komponen yang ada di dalam pompa sesuai pada posisi sebenarnya, tanpa proses pembongkaran. Sedangkan alat peraga sebenarnya, tidak mampu menampilkan komponen yang di dalam pompa tanpa proses pembongkaran. Menggunakan alat peraga pompa bahan bakar tipe *in-line* memudahkan dalam memahami mekanisme kerja pompa, diantaranya mekanisme kerja unit pompa, *governor*, *feed pump* dan *nozzle* (injektor). Memahami mekanisme kerja unit pompa, mahasiswa melihat secara langsung gerakan tonjolan *camshaft* mendorong *tappet roler* yang berhubungan dengan *plunger*, akibatnya *plunger* yang ada di dalam

silinder pompa menginjeksikan bahan bakar menuju *nozzle* melewati *delivery valve* dan selang bertekanan tinggi. Memudahkan memahami mekanisme kerja *governor* yaitu ketika diafragma digerakkan, *control rack* ikut bergerak yang mengubah volume injeksi bahan bakar menuju pengurangan atau penambahan bahan bakar. Memahami mekanisme kerja *feed pump* menggunakan alat peraga pompa sebenarnya harus membongkar terlebih dahulu, setelah dibongkar mahasiswa mengalami kesulitan dalam memahami mekanisme kerja karena mahasiswa hanya mengangan-angan gerakan pada saat proses pemompaan, sedangkan menggunakan alat peraga model belahan mahasiswa mampu melihat pergerakan piston yang terdorong *pushrod*, kemudian gerakan kembalinya piston karena dorongan *spring* piston. Mahasiswa tidak mengangan-angan lagi pergerakan komponen, tetapi mahasiswa dapat melihat langsung pergerakan komponen yang di dalam *feed pump*, mahasiswa menjadi lebih mudah dalam memahami mekanisme kerja *feed pump*. Selanjutnya memahami mekanisme kerja *nozzle* menggunakan alat peraga model belahan, memudahkan mahasiswa dalam memahami letak jarum *nozzle*, *pressure pin* dan komponen yang lain, juga mengetahui lubang aliran yang dialiri bahan bakar, kalau menggunakan alat peraga sebenarnya mahasiswa kesulitan memahami bentuk lubang saluran dan letaknya, mahasiswa mampu mengangan-angan saja, sehingga dalam memahami mekanisme kerja *nozzle* mengalami kesulitan.

Berdasarkan uraian latar belakang di atas maka dipandang perlu untuk mengadakan penelitian tentang bagaimana meningkatkan pemahaman materi sistem bahan bakar pada sub pokok bahasan pompa bahan bakar tipe *in-line*, oleh

karena itu peneliti memilih judul “Penerapan Alat Peraga Pompa Bahan Bakar Tipe *In-line* untuk Meningkatkan Kemampuan Pemahaman Materi Sistem Bahan Bakar Motor Diesel pada Perkuliahan Teknik Perakitan Otomotif II”.

B. Batasan Masalah

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

1. Alat peraga pompa bahan bakar tipe *in-line* yang melalui uji kelayakan alat, sebagai penerapan alat peraga dalam proses pembelajaran dengan tujuan meningkatkan kemampuan pemahaman materi sistem bahan bakar motor diesel khususnya mengenal komponen, fungsi, sistem aliran bahan bakar dan cara kerja pompa bahan bakar tipe *In-line*
2. Perkuliahan yang diteliti adalah perkuliahan teknik perakitan otomotif II yang mempelajari motor multi silinder baik motor bensin maupun motor diesel
3. Materi perkuliahan perakitan otomotif II dalam penelitian ini adalah materi sistem bahan bakar motor diesel yang di dalamnya mengacu beberapa indikator yaitu pengetahuan tentang komponen dan fungsi, sistem aliran bahan bakar dan cara kerja pompa bahan bakar tipe *In-line*.

C. Rumusan Masalah

Penyampaian materi yang dilakukan oleh dosen kepada mahasiswa mengenai sistem bahan bakar motor diesel, mengalami berbagai kesulitan yang berhubungan dengan bagaimana cara untuk memahami materi yang disampaikan. Hal tersebut sangat besar kemungkinan terjadi jika materi tersebut merupakan

suatu materi aplikatif maksudnya adalah materi yang langsung diaplikasikan pada kondisi sebenarnya di lapangan. Berdasarkan uraian tersebut, maka timbul permasalahan sebagai berikut:

1. Apakah alat peraga pompa bahan bakar tipe *In-line* telah sesuai dengan uji kelayakan alat yang meliputi (a) menampilkan komponen (b) sistem aliran bahan bakar (c) mekanisme kerja pompa.
2. Apakah penerapan alat peraga pompa bahan bakar tipe *In-line* dapat meningkatkan kemampuan mahasiswa dalam memahami materi sistem bahan bakar motor diesel pada perkuliahan teknik perakitan otomotif II.

D. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai yaitu:

1. Mengetahui kesesuaian alat peraga pompa bahan bakar tipe *In-line* dengan uji kelayakan alat
2. Mengetahui peningkatan kemampuan pemahaman materi sistem bahan bakar motor diesel menggunakan alat peraga pompa bahan bakar tipe *In-line*.

E. Manfaat Penelitian

Penelitian dilaksanakan oleh peneliti dengan harapan memberikan manfaat kepada pihak lain (1) bagi peneliti, mendapatkan pengetahuan tentang adakah peningkatan pemahaman materi dalam proses belajar dengan menggunakan alat peraga (2) bagi pembaca, menambah khasanah bacaan apakah dengan menggunakan alat peraga pompa bahan bakar tipe *In-line*, proses pembelajaran dapat berjalan dengan baik (3) bagi lembaga sebagai masukan bagi lembaga

ataupun dosen tentang manfaat dan penggunaan alat peraga sebagai media pendidikan dalam proses belajar mengajar.

F. Penegasan Istilah

Penelitian ini ada beberapa istilah yang perlu adanya penjelasan agar tidak terjadi salah penafsiran, pada judul “Penerapan Alat Peraga Pompa Bahan Bakar Tipe *In-line* untuk Meningkatkan Kemampuan Pemahaman Materi Sistem Bahan Bakar Motor Diesel pada Perkuliahan Perakitan Otomotif II”, yaitu

1. Alat peraga pompa bahan bakar tipe *In-line*

Merupakan suatu media alat bantu berupa *stand* pompa bahan bakar tipe *In-line* dengan model belahan, sehingga mekanisme kerjanya dapat ditampilkan.

2. Sistem bahan bakar motor diesel

Merupakan sub bab dari bab sistem bahan bakar, yang membahas salah satunya tentang pompa bahan bakar tipe *In-line*.

Maksud judul di atas yaitu untuk mengetahui pengaruh penerapan suatu media alat bantu yang berupa *stand* pompa bahan bakar tipe *In-line* terhadap kemampuan akhir memahami salah satu sub bab yang membahas tentang sistem bahan bakar motor diesel pada mahasiswa yang mengikuti mata kuliah teknik perakitan otomotif II Prodi Pendidikan Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang.

BAB II

LANDASAN TEORI DAN HIPOTESIS

A. Peranan Alat Peraga dalam Pembelajaran

“Pembelajaran merupakan suatu kegiatan yang melibatkan seseorang dalam upaya memperoleh pengetahuan, keterampilan dan nilai-nilai positif dengan memanfaatkan berbagai sumber untuk belajar” (Susilana dan Riyana 2008: 1). Perubahan itu dapat tercapai atau berhasil yang semua ini dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya media pembelajaran.

1. Media Pembelajaran

“Media pembelajaran atau alat peraga merupakan alat bantu dosen dimana alat pembawa informasi yang dibutuhkan mahasiswa untuk mengenal komponen yang nyata sesuai dengan materi yang disampaikan oleh dosen” (Wahyudin dkk 2013).

Media pembelajaran yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat peraga pompa bahan bakar tipe *In-line*, dengan maksud untuk meningkatkan pemahaman materi sistem bahan bakar motor diesel khususnya menampakkan komponen, sistem aliran bahan bakar, dan mekanisme kerja pompa bahan bakar tipe *In-line*.

2. Alat Peraga Pompa Bahan Bakar Tipe *In-line* Motor Diesel

Alat peraga merupakan salah satu media visual yang dapat didefinisikan sebagai alat bantu untuk mengajar, agar materi yang disampaikan oleh dosen mudah dipahami mahasiswa.

Objek nyata yang belum pernah diketahui atau dilihat mahasiswa dalam proses belajar mengajar dapat diwujudkan dalam bentuk alat peraga. Pembelajaran akan lebih efektif apabila objek dan kejadian yang menjadi bahan pembelajaran dapat divisualisasikan secara realistis menyerupai keadaan yang sebenarnya, namun tidak berarti bahwa alat peraga itu selalu menyerupai keadaan yang sebenarnya.

a. Pengertian Alat Peraga Pompa Bahan Bakar Tipe In-line

Alat peraga pompa bahan bakar tipe *In-line* adalah seperangkat alat bantu dosen dalam memudahkan proses pembelajaran sistem bahan bakar motor diesel yang berupa *stand* pompa bahan bakar tipe *In-line* dengan model belahan, sehingga gerakan komponen yang di dalam pompa terlihat dari luar. Pompa tersebut dilengkapi dengan kaki-kaki sebagai dudukan pompa dan diberi warna sebagai pembedaan komponen yang sudah dibelah. Alat peraga pompa bahan bakar tipe *In-line* digerakkan atau diputar melalui hendel (lengan penggerak), untuk proses pergerakan komponen sama seperti aslinya tetapi dengan kecepatan rendah yaitu sesuai dengan yang kita kehendaki.

b. Fungsi Alat Peraga Pompa Bahan Bakar Tipe In-line

Fungsi alat peraga pompa bahan bakar tipe *In-line* dalam pembelajaran sangat erat hubungannya dengan peningkatan minat belajar mahasiswa.

- 1) Membuat konkrit konsep-konsep yang abstrak, jadi komponen yang masih abstrak dapat dijelaskan secara konkrit
- 2) Menjelaskan materi secara visual, sehingga mahasiswa lebih mudah dan lebih cepat dalam memahami materi pelajaran yang disampaikan dosen

- 3) Bukan berfungsi sebagai alat hiburan, dengan maksud untuk memancing perhatian mahasiswa semata atau hanya sekedar untuk permainan.

c. Tujuan Penggunaan Alat Peraga Pompa Bahan Bakar Tipe In-Line

Alat bantu dosen yaitu alat peraga pompa bahan bakar tipe *In-line* dalam menjelaskan suatu materi pelajaran harus mampu menggantikan bahan yang sulit diucapkan dosen dalam bentuk kata-kata atau kalimat. Pendayagunaan alat peraga bahan pembelajaran yang semula abstrak akan menjadi lebih konkrit dan lengkap. Penggunaan alat peraga harus sesuai dengan tujuan pembelajaran, karena alat peraga yang tidak sesuai dengan tujuan pembelajaran, alat peraga tersebut bukan membantu proses pembelajaran tetapi malah menghambat proses pembelajaran.

Tujuan penggunaan alat peraga pompa bahan bakar tipe *In-line* dalam pembelajaran sistem bahan bakar motor diesel antara lain :

- 1) Sarana bagi mahasiswa untuk peningkatan dalam memahami materi sistem bahan bakar motor diesel khususnya mengenal nama-nama komponen, sistem aliran bahan bakar dan mekanisme kerja pompa bahan bakar tipe *In-line*
- 2) Membiasakan mahasiswa untuk berfikir secara aktif
- 3) Landasan bagi mahasiswa untuk melakukan praktik yang berkaitan dengan teori yang didapatkan.

d. Manfaat Alat Peraga Pompa Bahan Bakar Tipe In-line

Penggunaan alat peraga pompa bahan bakar tipe *In-line* dengan benar dan sesuai dengan materi pembelajaran akan memberikan manfaat yang besar bagi dosen dan mahasiswa, antara lain : (1) menumbuhkan motivasi dalam proses

pembelajaran; (2) pengetahuan mahasiswa tidak verbal; (3) minat dan perhatian mahasiswa akan terfokus dalam pemberian materi.

3. Hasil Belajar

Penilaian terhadap hasil belajar dapat memberikan informasi kepada dosen tentang kemajuan mahasiswa dalam upaya mencapai tujuan-tujuan belajarnya melalui berbagai kegiatan belajar. Selanjutnya, dari informasi tersebut dosen dapat menyusun dan membina kegiatan-kegiatan mahasiswa lebih lanjut, baik untuk keseluruhan kelas maupun individu.

“Hasil belajar merupakan perubahan perilaku yang diperoleh pembelajaran setelah mengalami aktivitas belajar” (Anni dkk. 2005: 4), dalam sistem pendidikan nasional, rumusan pendidikan baik tujuan kurikuler maupun tujuan instruksional menggunakan klasifikasi hasil belajar dari Benyamin Bloom yang secara garis besar membaginya menjadi tiga ranah, yaitu ranah kognitif, ranah afektif, dan ranah psikomotrik.

Hasil belajar yang diukur dalam penelitian ini adalah hasil belajar pada ranah kognitif, ranah afektif, dan ranah psikomotorik. Hasil belajar ranah kognitif berkenaan dengan hasil belajar intelektual, yang dinyatakan dengan nilai yang diperoleh siswa setelah menempuh tes evaluasi pada pokok bahasan sistem bahan bakar motor diesel.

Hasil belajar ranah kognitif terdiri dari 6 aspek, yaitu : (1) *knowledge* (pengetahuan), yaitu jenjang kemampuan mencakup pengetahuan faktual disamping pengetahuan hafalan dan atau ingatan (rumus, batasan, definisi, istilah-istilah); (2) pemahaman, misalnya menghubungkan grafik dengan kejadian,

menghubungkan dua konsep yang berbeda; (3) aplikasi, adalah kesanggupan menerapkan dan menggunakan abstraksi yang berupa ide, rumus, teori ataupun prinsip-prinsip ke dalam situasi baru dan konkrit; (4) analisis, adalah usaha menguraikan suatu situasi atau keadaan tertentu ke dalam unsur-unsur atau komponen-komponen pembentuknya; (5) sintesis, adalah kemampuan menyatukan unsur-unsur atau bagian-bagian ke dalam bentuk yang menyeluruh; (6) evaluasi, adalah kesanggupan memberikan keputusan nilai tentang sesuatu berdasarkan pendapat dan pertimbangan yang dimiliki dan kriteria yang dipakai dalam hal ini evaluasi dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana peserta didik tersebut berkembang.

Hasil belajar ranah afektif berhubungan dengan sikap, minat, emosi, perhatian, penghargaan dan pembentukan karakteristik diri. Hasil belajar afektif tampak dalam mahasiswa dalam tingkah laku, disiplin, motivasi belajar, menghargai dosen dan teman serta hubungan sosial.

Hasil belajar ranah psikomotorik berhubungan dengan keterampilan, kemampuan gerak dan bertindak. Psikomotorik biasanya diamati pada saat mahasiswa melakukan praktik.

B. Sistem Bahan Bakar

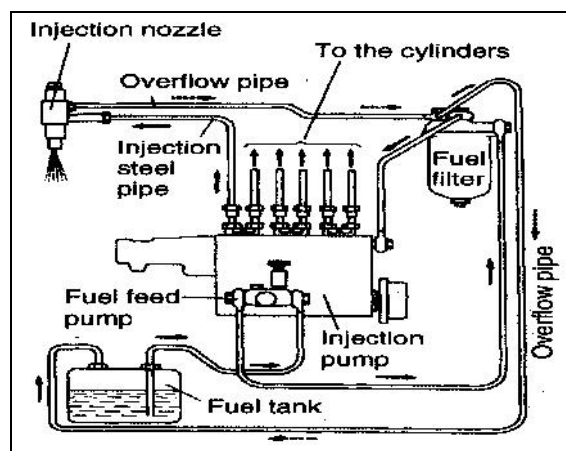
1. Sistem Injeksi Bahan Bakar Mesin Diesel

Mesin bensin menggunakan karburator untuk membuat campuran udara dan bensin, yang nantinya akan dikirim ke dalam silinder. Percikan listrik digunakan untuk menyalakan dan membakar campuran bahan bakar dan udara tersebut. Tekanan gas yang terbentuk selama pembakaran mendorong piston dan

menghasilkan usaha yang berguna. Mesin diesel, hanya udara yang dihisap ke ruang bakar ketika proses hisap, pada saat proses kompresi udara menjadi sangat padat dan temperatur naik. Selanjutnya bahan bakar diinjeksikan atau dikabutkan ke dalam silinder mendekati akhir proses kompresi melalui injektor (*nozzle holder*) dari pompa bahan bakar.

Menurut Daryanto (2007: 14) “Perbandingan kompresi harus berada antara 15-22 dan tekanan kompresi antara 26-40 kg/cm²”, pembatasan perbandingan kompresi berkisar antara 14-25, dan temperatur meningkat mencapai 550°C, maka campuran akan terbakar dengan sendirinya. Tekanan gas yang tercipta akan mendorong piston dan menghasilkan usaha, oleh karena itu mesin diesel membutuhkan bahan bakar yang tepat, yaitu solar. Menurut Poernomo dan Thobroni (2012) “Solar (*light oil*) merupakan suatu campuran hidrokarbon yang diperoleh dari penyulingan minyak mentah pada temperatur 200°C-340°C. Minyak solar yang sering digunakan adalah hidrokarbon rantai rumus (C₁₆H₃₄) dan *alpha-methilnaphthalene*”.

2. Garis Besar Sistem Injeksi Bahan Bakar



Gambar 2.1. Sistem Injeksi Bahan Bakar

Sumber (Denso 2008: 8)

Sistem injeksi bahan bakar terdiri dari pompa injeksi bahan bakar, *injection nozzle*, filter bahan bakar dan tangki bahan bakar. Bahan bakar yang dihisap oleh *feed pump* dari tangki disaring oleh filter bahan bakar, dan dialirkan menuju pompa injeksi.

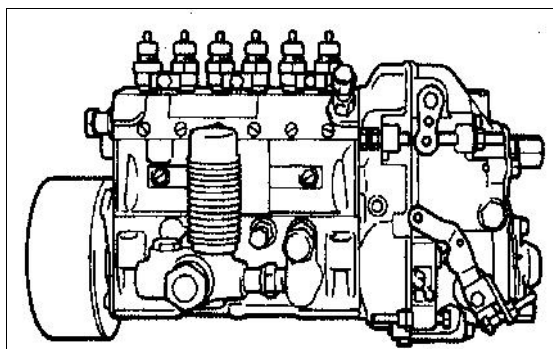
Bahan bakar yang dialirkan menuju pompa injeksi ditekan oleh *plunger* kemudian dialirkan melalui *injection steel pipe* (pipa tekanan tinggi) menuju *nozzle*. Kemudian disemprotkan ke ruang bakar dalam keadaan terurai, selebihnya dialirkan ke *nozzle* untuk melumasi bagian *nozzle* yang bergerak dan kembali ke tangki melalui *overflow pipe*.

Mencegah kelebihan tekanan bahan bakar yang di alirkan ke pompa injeksi, dipasanglah katup *overflow* pada filter bahan bakari. Jika tekanan dari *feed pump* melebihi ketentuan, katup *overflow* akan membuka untuk mengalirkan kelebihan bahan bakar kembali ke tangki melalui *overflow pipe*.

3. Jenis Pompa injeksi Bahan Bakar

Pompa injeksi bahan bakar motor diesel secara garis besar dapat dibagi menjadi dua klasifikasi yaitu sebagai berikut:

a. Pompa Injeksi Tipe *In-line*

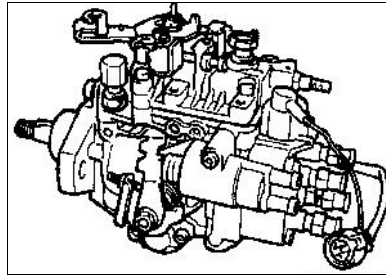


Gambar 2.2. Pompa Injeksi Tipe *In-line*

Sumber (Denso 2008: 10)

Pompa injeksi tipe *In-line*, mempunyai jumlah mekanisme kompresi bahan bakar yang sama dengan jumlah silinder, pompa injeksi segaris bekerja sesuai dengan urutan injeksi yang ditentukan *camshaft*.

b. Pompa Injeksi Tipe Distributor



Gambar 2.3. Pompa Injeksi Tipe *Distributor*

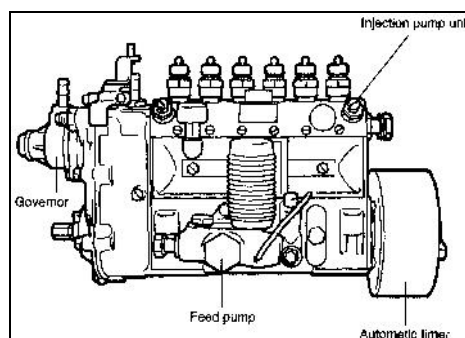
Sumber (Denso 2008: 10)

Pompa injeksi tipe *distributor* (pompa VE) hanya mempunyai satu mekanisme kompresi bahan bakar, *distributor* pompa injeksi memiliki mekanisme distribusi bahan bakar yang akan mendistribusikan bahan bakar bertekanan ke tiap silinder sesuai dengan urutan injeksi.

C. Pompa Injeksi Tipe *In-line*

1. Garis Besar Komponen dan Fungsi

Pompa injeksi tipe *In-line* terdiri dari unit pompa, *governor*, *timer* dan *feed pump*.

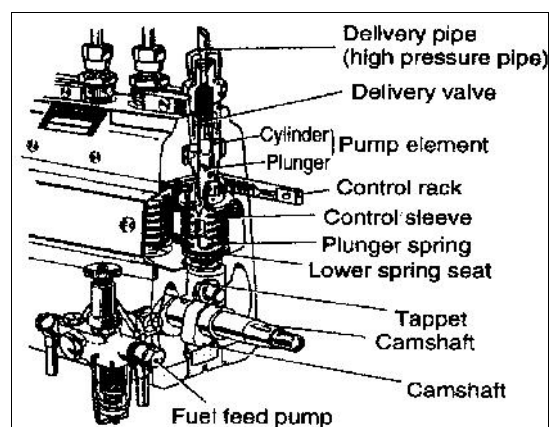


Gambar 2.4. Garis Besar Komponen dan Fungsi Pompa Injeksi Tipe *In-line*

Sumber (Denso 2008: 11)

Komponen dan fungsi pompa terdiri dari: (a) unit pompa, terdiri dari kompresi bahan bakar (mekanisme *supply*), mekanisme pengatur volume injeksi, *camshaft* untuk menggerakkan mekanisme-mekanisme tersebut, unit pompa mempunyai fungsi untuk mengalirkan bahan bakar bertekanan ke setiap silinder sesuai urutan injeksi; (b) *governor*, terhubung ke mekanisme pengatur volume injeksi dari unit pompa, *governor* berfungsi untuk mengatur volume injeksi bahan bakar sesuai dengan beban mesin secara otomatis, juga mengatur kecepatan mesin sesuai keinginan pengemudi; (c) *timer*, berfungsi untuk mengatur *timing* injeksi bahan bakar sesuai dengan kecepatan mesin untuk mendapatkan kondisi pembakaran yang paling optimal. *Timer* terletak diantara *camshaft* unit pompa dan *drive shaft* atau *drive gear* mesin; (d) *feed pump*, terletak pada unit pompa dan digerakkan oleh *camshaft*, *feed pump* berfungsi untuk mengalirkan bahan bakar dari tangki bahan bakar ke pompa injeksi.

2. Konstruksi



Gambar 2.5. Konstruksi Pompa *In-line*

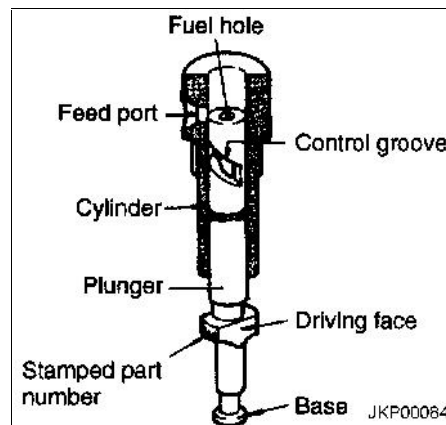
Sumber (Denso 2008: 13)

Konstruksi pompa injeksi tipe- *inline* yaitu (a) *pump housing*, terbuat dari aluminium cor; (b) *camshaft*, dipasang menggunakan dua *tapered roller bearing*

dan digerakkan oleh mesin untuk mengaktifkan *feed pump* dan *plunger*; (c) elemen pompa, yang merupakan *control rack* tersambung dengan penghubung *governor* dan terkait dengan tiap pinion yang memutar *plunger* untuk mengatur jumlah pasokan bahan bakar dan untuk beberapa *plunger* khusus juga mengatur *timing* injeksi; (d) *delivery valve*, mencegah aliran balik bahan bakar di dalam pipa tekanan tinggi dan tetesan dari *nozzle* setelah injeksi.

3. Mekanisme Pasokan Bahan Bakar

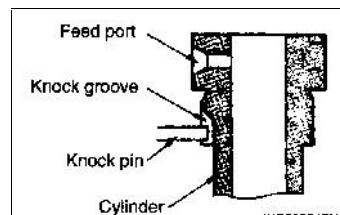
a. Kontruksi Elemen Pompa



Gambar 2.6. Kontruksi Elemen Pompa *In-line*

Sumber (Denso 2008: 13)

Elemen pompa terdiri dari silinder dan *plunger*. *Plunger* terdapat di dalam silinder. karena pengerjaan yang sangat presisi, celah di antara keduanya dibuat sangat kecil bertujuan menghindari kebocoran saat proses injeksi dan kondisi kecepatan rendah. Namun karena *plunger* membutuhkan bahan bakar untuk pelumasan, kebocoran dalam jumlah kecil tidak dapat dihindari. Dengan alasan ini, saat penggantian, *plunger* dan silinder harus diganti satu set, tidak boleh salah satu saja. Terdapat alur *control* dan lubang vertikal pada *plunger* sebagai tempat mengalirnya bahan bakar.

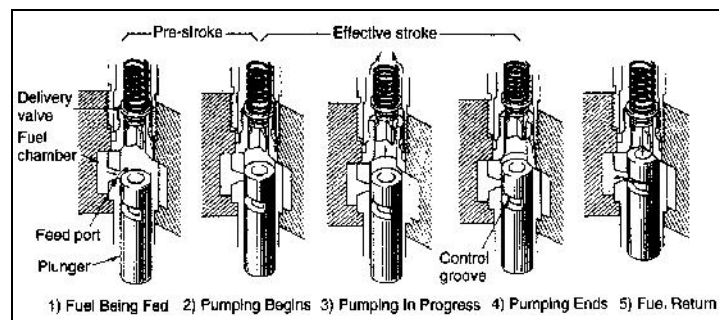


Gambar 2.7. Silinder Putaran Stop

Sumber (Denso 2008: 13)

Silinder dari elemen pompa terpasang pada rumah pompa sehingga alur pada bagian luar silinder sesuai dengan pin yang terpasang pada rumah pompa, hal ini digunakan untuk menentukan posisi dan rotasi stop.

b. Proses Pemasokan Bahan Bakar



Gambar 2.8. Proses Pemasokan Bahan Bakar

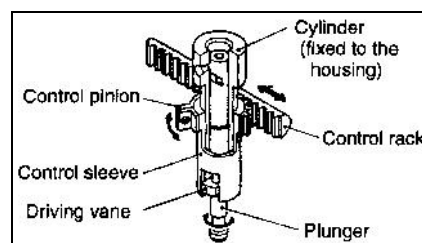
Sumber (Denso 2008: 14)

Bahan bakar yang dipasok oleh *feed pump* ke pompa injeksi disemprotkan dalam keadaan bertekanan melalui elemen pompa sesuai dengan gerakan *camshaft* (gerak naik turun *plunger*) yaitu (1) pada titik mati bawah *plunger* bahan bakar mengalir ke silinder melalui lubang masuk dari ruang bahan bakar; (2) seiring putaran *camshaft*, *plunger* akan bergerak ke depan, ketika bagian atas *plunger* mencapai bagian atas lubang masuk, *plunger* akan menutup lubang masuk, kemudian memberikan tekanan pada bahan bakar; (3) saat *plunger* terus bergerak ke depan, bahan bakar bertekanan pada silinder akan menekan *delivery valve* ke atas kemudian mengalir ke luar melalui pipa injeksi ke *nozzle*; (4) ketika

bagian atas alur *control* menyentuh bagian bawah lubang masuk, proses pemompaan bahan bakar berhenti; (5) seiring gerak maju *plunger* semakin jauh ke depan, sisa bahan bakar pada silinder akan mengalir kembali melalui lubang di bagian atas *plunger* dan mengalir ke luar melalui alur *control* dan lubang masuk ke ruang bahan bakar.

4. Mekanisme Kontrol Volume Injeksi

a. Kontruksi Mekanisme Kontrol

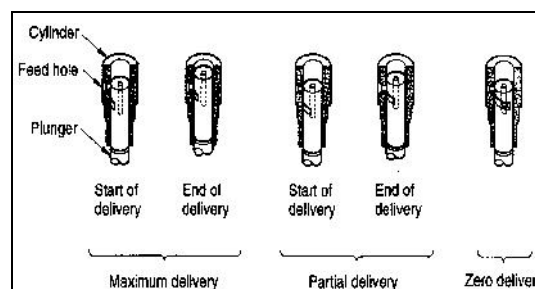


Gambar 2.9. Konstruksi Mekanisme Kontrol Volume Injeksi

Sumber (Denso 2008: 15)

Penggerak *plunger* masuk ke dalam celah pada *control sleeve*. *Pinion control* terpasang pada bagian atas *sleeve*. Gerigi dari *control rack* bertemu dengan *pinion control*, sehingga ketika *control rack* bergerak maju mundur, gerakannya akan diteruskan ke *pinion control*, hal ini akan menyebabkan *sleeve control* berputar, pada saat yang sama *Plunger* juga berputar.

b. Kontrol Pasokan Bahan Bakar



Gambar 2.10. Kontrol Aliran Bahan Bakar

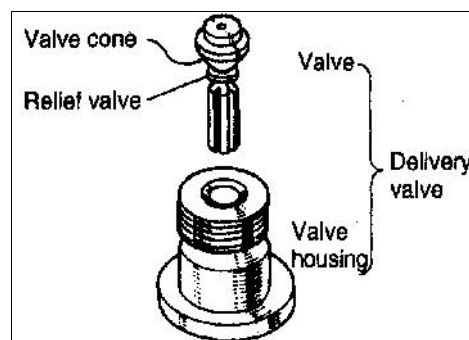
Sumber (Denso 2008: 15)

Bahan bakar mengalir dari ruang bahan bakar menuju ruang *plunger*, elemen pompa akan mendorong bahan bakar ke *nozzle*, walaupun demikian bahan bakar yang disemprotkan harus disesuaikan dengan beban mesin. Volume injeksi diatur dengan merubah panjang waktu antara awal dan akhir proses pemasokan bahan bakar, hal ini dilakukan dengan menggerakkan *control rack* untuk memutar *plunger*, kemudian merubah posisi alur *control* (langkah efektif *plunger*), sampai akan merubah volume bahan bakar.

5. *Delivery Valve*

Delivery valve terdiri dari katup dan dudukan katup. Katup bergerak secara vertikal di dalam rumah katup untuk melakukan dua fungsi yaitu Fungsi *delivery valve* adalah mencegah aliran balik ke pompa dan menarik balik (menghisab bahan bakar dari ruang injektor setelah penyemprotan).

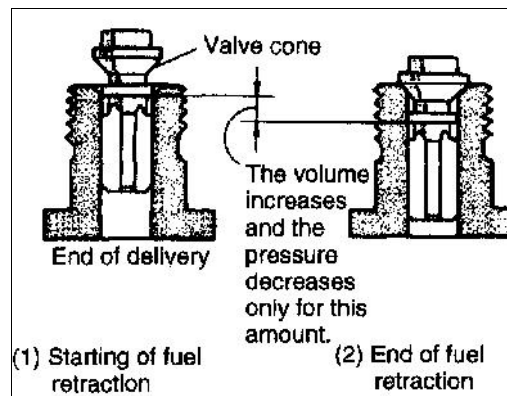
a. *Pencegahan aliran balik*



Gambar 2.11. *Delivery Valve*

Sumber (Denso 2008: 18)

Ruang *plunger* dan *nozzle* secara konstan saling terbuka, waktu jeda antara elemen pompa mulai memompa bahan bakar hingga *nozzle* menyemprotkan bahan bakar akan meningkat, dan akan mempengaruhi *nozzle* dalam menghentikan semprotan bahan bakar saat injeksi bahan bakar selesai.

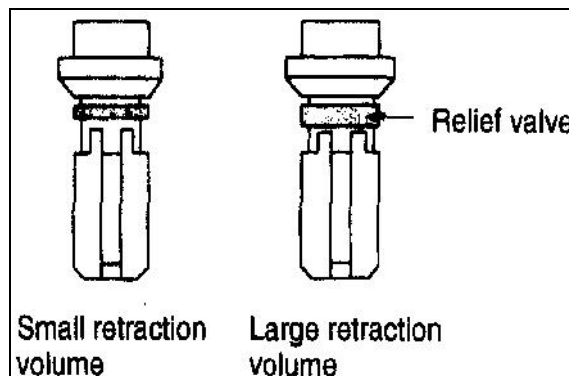


Gambar 2.12. Fungsi *Delivery Valve*

Sumber (Denso 2008: 19)

Pasokan bahan bakar selesai, pegas katup *delivery* akan menekan katup ke bawah, menyebabkan katup bersentuhan dengan rumah pompa, kemudian pipa injeksi akan tertutup dari sisi *plunger*.

b. Fungsi menarik balik

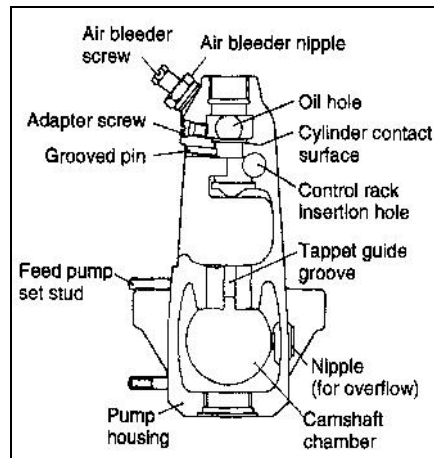


Gambar 2.13. Katup *Delivery Valve*

Sumber (Denso 2008: 19)

Katup bergerak lebih jauh ke bawah hingga kerucut katup bersentuhan dengan rumah katup. Volume pipa baja meningkat sesuai dengan pergerakan katup ke bawah, hal ini menyebabkan tekanan pada pipa baja berkurang dan memperbaiki kemampuan *nozzle* dalam menghentikan injeksi bahan bakar, sehingga mencegah *nozzle* meneteskan bahan bakar.

6. Rumah Pompa (*Pump Housing*)

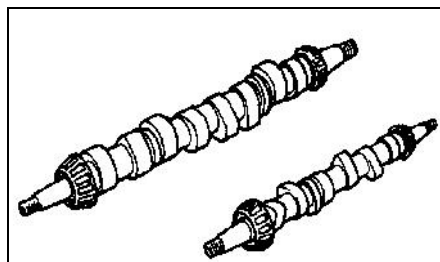


Gambar 2.14. *Pump Housing*

Sumber (Denso 2008: 19)

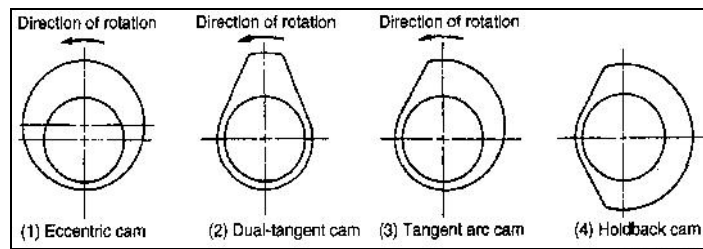
Komponen dapat dipasang pada tempat yang benar dan beroperasi dengan baik, maka berbagai lubang dibuat pada rumah pompa, termasuk lubang oli, dan lubang untuk memasukkan *tappet*, elemen pompa, dan *control rack*. Baut adaptor, pin beralur (pin ketokan silinder), *feed pump set stud*, dan baut *bleeder* udara terpasang pada rumah pompa. Pin beralur, berguna untuk menentukan lokasi silinder. Baut adaptor digunakan untuk mencegah campuran aluminium rumah pompa terkikis arus dari aliran balik bahan bakar menuju ruang bahan bakar dari lubang masuk ketika injeksi selesai.

7. Poros Cam (*Camshaft*)



Gambar 2.15. *Camshaft*

Sumber (Denso 2008: 20)

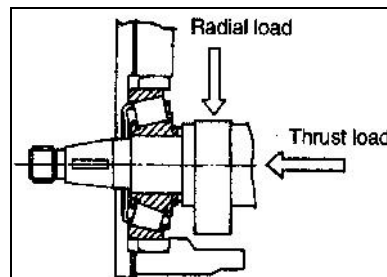


Gambar 2.16. Bentuk Dasar Cam

Sumber (Denso 2008: 20)

Camshaft, mempunyai tonjolan yang menggerakkan *plunger* secara vertikal sesuai dengan urutan injeksi, dan tonjolan untuk menggerakkan *feed pump*, *camshaft* digerakkan oleh *drive shaft* mesin atau *drive gear*. Bentuk dasar *cam* pada *camshaft* terdiri dari, (1) *eccentric cam*, umumnya digunakan untuk menggerakkan *feed pump*; (2) *dual-tangent cam* atau *tangent-arc cam*, digunakan untuk menggerakkan *plunger*; (4) *cam holdback*, yang berfungsi untuk mencegah putaran balik *camshaft*.

8. *Tapered Roler Bearings*

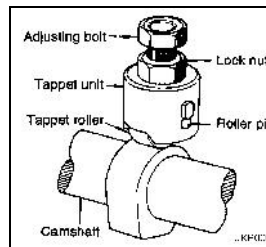


Gambar 2.17. *Tapered Roler Bearings*

Sumber (Denso 2008: 21)

Tapered roller bearing mempunyai kapasitas beban yang besar dan dapat secara simultan menerima beban radial (beban tegak lurus terhadap *shaft*) dan beban dorongan (beban dengan arah aksial), karena putaran *tapered roller bearing* luar dan dalam terpisah, mereka dapat dipasang terpisah, sehingga jika diperlukan penyesuaian celah dapat dilakukan dengan mengatur jarak antara keduanya.

9. *Tappet*

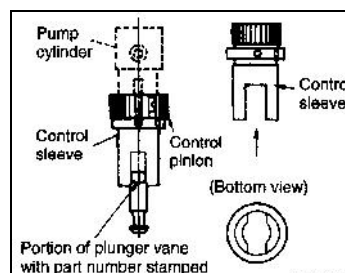


Gambar 2.18. *Tappet*

Sumber (Denso 2008: 22)

Tappet yang bersentuhan dengan *cam* dilengkapi dengan *roller*. *Tappet roller* dipasang pada unit *tappet* melalui pin *roller*, bagian kepala *tappet* dilengkapi dengan mekanisme pengaturan yang digunakan untuk mengatur interval anatar silinder. *Tappet roller* dibedakan menjadi dua mekanisme pengaturan, tipe *adjustmen* baut yang menggunakan baut pengatur dan tipe *adjustmen shim* yang menggunakan shim pengatur. Tipe *adjustmen shim* biasanya digunakan pada mesin berkecepatan tinggi.

10. *Control Sleeve* dan *Control Pinion*

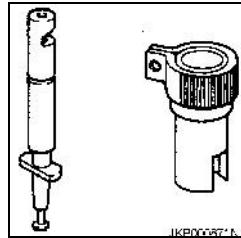


Gambar 2.19. *Control Sleeve* dan *Pinion*

Sumber (Denso 2008: 23)

Control sleeve tempat dipasangnya *control pinion* terdapat pada silinder. *Control* dapat diputar dengan bebas di silinder. Kipas penggerak *plunger* terdapat pada bagian bawah *control sleeve*, ketika digerakkan oleh putaran *camshaft*, *plunger* bergerak secara vertical sesuai celah pada *sleeve*. *Control pinion* berputar

akan menyebabkan *control sleeve* berputar dan *plunger* juga akan berputar di dalam silinder.



Gambar 2.20. *Plunger and Control Sleeve*

Sumber (Denso 2008: 23)

Control pinion dipasang pada bagian atas *control sleeve* menggunakan baut *clamp pinion* sehingga berputar bebas pada silinder, dikarenakan *control pinion* terkait dengan *gear control rack*, maka *control pinion* merubah gerak linier menjadi gerak rotasi pada *control sleeve*, kemudian diteruskan ke *plunger*.

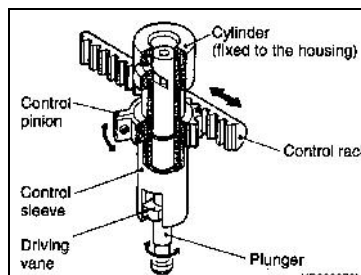
11. *Control Rack*



Gambar 2.21. *Control Rack*

Sumber (Denso 2008: 23)

Control rack terdiri dari gigi gir yang ukurannya sama dengan gigi gir *pinion control*. *Control rack* dipasang pada lubang pemasangan *rack* di rumah pompa.



Gambar 22. Mekanisme Putaran *Plunger*

Sumber (Denso 2008: 23)

Gerakan *control rack* diteruskan *control pinion* dan *control sleeve*, akan memutar *plunger*, akan menyebabkan posisi *plunger* bergerak sesuai dengan silinder, hingga merubah volume injeksi bahan bakar, sedangkan *Control rack* terhubung dan digerakkan oleh *governor*.

12. Governor Pneumatic

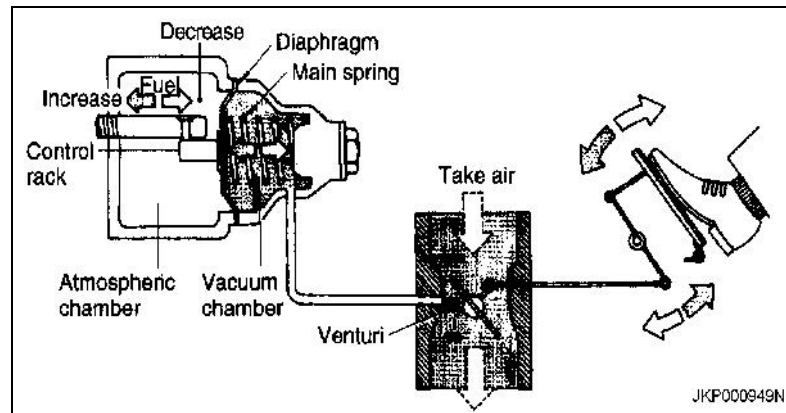
a. Fungsi Governor Pneumatic

Kendaraan bekerja, biasanya membutuhkan tenaga yang dapat mengakomodasi berbagai kondisi beban. Pembahasan ini menurut Surahto (2012:3) “Governor berfungsi agar putaran poros engkol tidak berhenti pada waktu idling dan mencegah putaran maksimum melebihi batas yang ditentukan serta mengatur pemakaian bahan bakar sesuai dengan beban dan kecepatan suatu keadaan”. Volume bahan bakar yang diinjeksikan diatur dengan merubah posisi dari *control rack*, bahkan gerakan yang sedikit saja dari *control rack* akan menghasilkan perubahan pada *output* mesin. Volume injeksi kecil pada pengoperasian tanpa beban, kendaraan bereaksi bahkan terhadap gerakan kecil pada *control rack*, yang menyebabkan sulitnya pengendalian yang stabil.

Governor Pneumatic membuat kendaraan merubah kecepatannya sesuai dengan keinginan pengemudi, digunakanlah *governor* dengan fungsi-fungsi sebagai berikut:

- 1) Menjaga kecepatan yang konstan pada berbagai kondisi beban
- 2) Merubah kecepatan sesuai dengan keinginan pengemudi
- 3) Menjaga mesin dalam kondisi *idle*
- 4) Menjaga mesin kelebihan putaran.

b. Cara Kerja Governor Pneumatic



Gambar 2.23. Prinsip Pengoprasian *Governor Pneumatic*

Sumber (Denso 2008: 37)

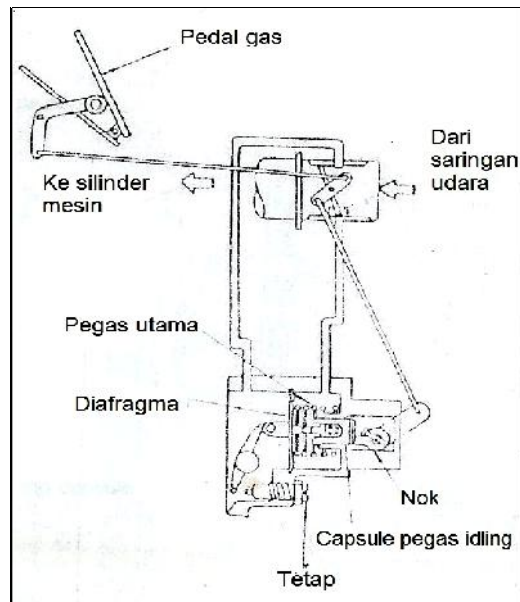
Governor pneumatic bekerja karena tekanan vakum yang terbentuk di venturi yang terdapat pada *intake manifold* pada mesin, oleh karena itu sistem *governor pneumatic* terdiri dari venturi dan *governor*. *Governor* terbagi menjadi dua bagian ruang yaitu ruang atmosferik dan ruang vakum, ruang atmosferik terbuka di atmosfer atau terhubung dengan rumah pembersih udara, dan ruang vakum terhubung dengan lubang *oulet* vakum pada venturi. Ruang vakum terdiri dari *spring* utama, yang menekan *control rack* ke penambahan bahan bakar, melalui diafragma. Tekanan vakum yang terbentuk pada venturi ditentukan oleh bukaan *throttle valve* dan kecepatan mesin, posisi *control rack* ditentukan oleh lokasi dimana tekanan vakum dan tekanan *spring* seimbang.

Cara kerja *governor pneumatic* pada saat putaran idling dan putaran maksimum yaitu,

1) Saat putaran idling

Mesin ketika putaran idling atau sedang dengan beban ringan pedal gas akan bebas sesuai dengan sistem batang-batang penghubung yang ditunjukkan

pada gambar 2.24. nok mendorong kapsul pegas idling kearah rumah pompa penahan diafragma untuk menghasilkan putaran idling yang stabil.



Gambar 2.24. Cara Kerja *Governor Pneumatic*

Sumber (NIPPONDENSO tt: 15)

2) Putaran Maksimum

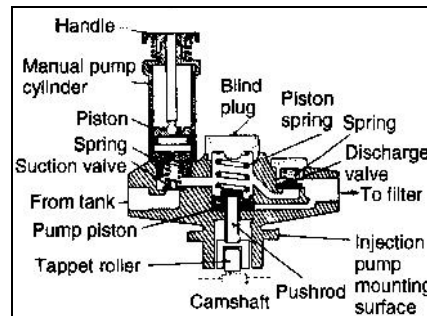
Mesin ketika putaran maksimum, pedal gas diinjak sedalam mungkin maka katup *throttle* akan membuka penuh dan nok akan bergerak kearah tidak mendorong pegas idling. Lihat gambar 2.24. hal ini berarti pegas idling tidak bekerja pada putaran tinggi.

13. *Feed pump (Pompa Supply)*

a. *Garis Besar*

Feed pump digerakkan oleh *camshaft* pompa injeksi, pompa *supply* bahan bakar menghisap bahan bakar dari tangki memberikan tekanan pada bahan bakar untuk mengatasi hambatan dari filter, hingga tetap memberikan bahan bakar yang bersih ke pompa injeksi.

b. Konstruksi

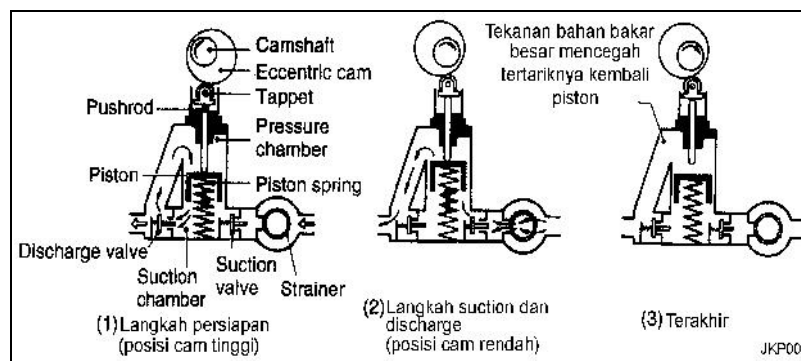


Gambar 2.25. Konstruksi *Feed Pump*

Sumber (Denso 2008: 93)

Pompa dasar manual untuk membleading dipasang pada *housing pump supply*, *valve suction* yang terletak di bawah pompa dasar ditekan oleh *spring* kemudian piston pada bagian tengah *housing* ditekan oleh *spring* piston. *Blind plug* menahan *spring* piston pada posisinya, *Pushrod* yang posisinya berlawanan dengan *blind plug* menekan piston dan *valve* pelepasan menekan *pushrod* pada posisinya.

c. Cara Kerja



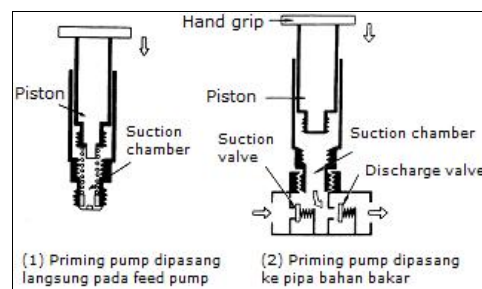
Gambar 2.26. Cara Kerja *Feed Pump*

Sumber (Denso 2008: 94)

Cara kerja *feed pump* yaitu (1) langkah persiapan *cam* berputar ke posisi *cam* tinggi untuk menekan *tapped* ke bawah, *tapped* dan *pushrod* menyebabkan piston bergerak ke arah yang berlawanan dengan *spring* piston dan menekannya.

Gerakan ini memaksa bahan bakar keluar dari ruang hisap, melalui *valve discharge*, dan masuk ke dalam ruang tekanan (sebagian dari pompa injeksi), sebelum akhir langkah persiapan, *valve discharge* akan menutup kembali; (2) langkah hisap dan pelepasan ketika *cam* berputar ke posisi *cam* rendah, tekanan *spring* piston menyebabkan piston, *pushrod* dan *tapped* untuk mengikuti *cam*. Gerakan piston menekan bahan bakar ke ruang tekanan, dan mengalirkannya menuju filter bahan bakar dan pompa injeksi, saat bersamaan, hisapan piston menekan bahan bakar memasuki ruang hisap melalui *suction valve*. Kemudian ruang hisap yang terisi bahan bakar, siklus pemompaan dimulai kembali; (3) penghentian tekanan pelepasan meningkat sampai 2,5kg/cm² (35,6 psi), tekanan pelepasan menyebabkan piston tetap pada posisi langkah *intermediate*, menekan *spring* piston. Pada kondisi ini, pompa supply tidak bekerja.

d. Pompa Dasar



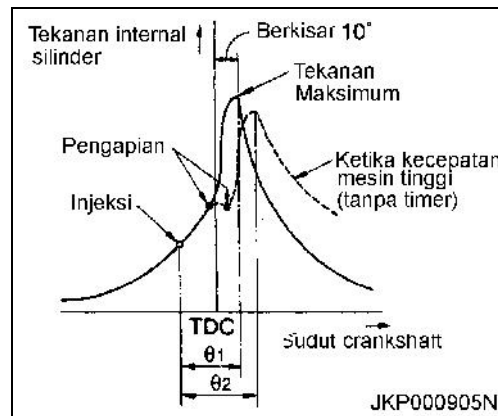
Gambar 2.27. Pompa Dasar

Sumber (Denso 2008: 96)

Udara harus dilepaskan dari sistem bahan bakar untuk memastikan mesin diesel dapat dihidupkan, oleh karena itu mesin diesel menggunakan pompa dasar. Pompa dasar terdiri dari dua tipe, tergantung dimana pemasangannya. Pompa dasar bekerja dengan menekan pegangan dari piston naik dan turun untuk memompa melalui *suction chamber* ke pompa.

14. Timer

a. Garis Besar



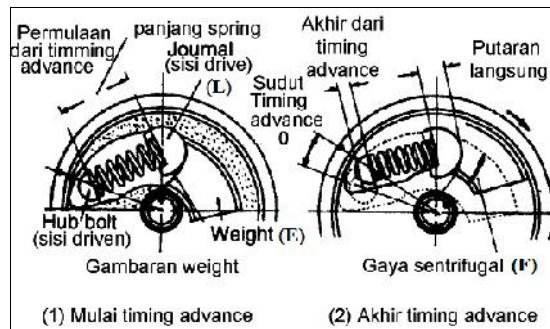
Gambar 2.28. Grafik Kecepatan Mesin dan Proses Pembakaran

Sumber (Denso 2008: 97)

Waktu dibutuhkan untuk melakukan jeda pengapian mulai bahan bakar disemprotkan ke dalam silinder sampai bahan bakar dinyalakan dan terbakar. Jeda pengapian konstan antara 1/1000 sampai 4/1000 detik terlepas dari kecepatan mesin, sudut *crank* untuk rotasi selama jeda pengapian meningkat sesuai dengan kecepatan mesin, selain itu titik tekanan maksimum menjadi ideal saat sudut *crank* mencapai sekitar 10° setelah titik mati atas untuk mendapatkan *output* mesin yang paling efektif. Terkait dengan hal tersebut, ketika kecepatan mesin meningkat, titik tekanan maksimum akan tertunda seperti pada diagram kecepatan mesin dan proses pembakaran, untuk menghindari jeda yang panjang, jika *timing* injeksi bahan bakar lebih awal (sudut *advance*) sesuai dengan peningkatan kecepatan mesin, titik tekanan maksimum mencapai posisi yang paling baik (sekitar 10° setelah TDC). Oleh karena itu, *Timer* otomatis digunakan untuk merubah sudut fase antara *camshaft* pompa dan *drive shaft* pada mesin secara otomatis, sesuai dengan kecepatan mesin.

b. Cara kerja

Secara umum dapat di lihat gambar di bawah ini:



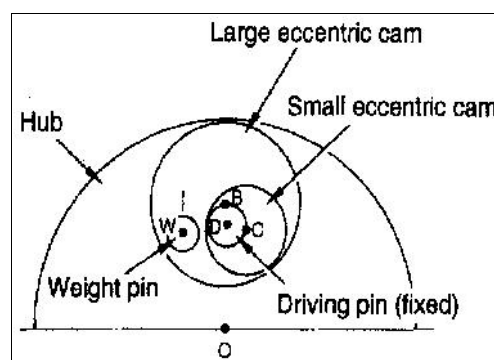
Gambar 2.29. Cara Kerja *Timer*

Sumber (Denso 2008: 101)

“Apabila putaran mesin bertambah, gaya sentrifugal (F) bertambah, menyebabkan bobot sentrifugal (E) bergerak ke arah luar. Hal ini menyebabkan pengurangan jarak antara journal-journal (L), yang mengakibatkan majunya saat injeksi” (Surahto 2012: 4).

1) Fungsi Dasar

Pergerakan *timer* di bawah ini mengambil contoh *timing* terlalu awal pada fase injeksi.

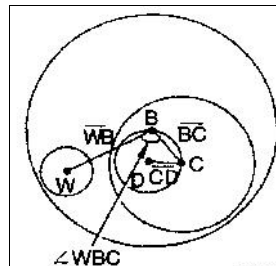


Gambar 2.30. Pergerakan *Timer* 1.

Sumber (Denso 2008: 104)

Titik-titiknya diantaranya W adalah titik tengah pin beban (dipasang ditengah beban), B adalah bagian tengah *eccentric cam* besar, C adalah bagian

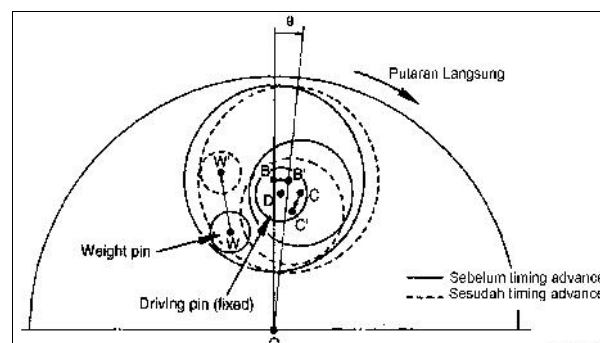
tengah *eccentric cam* kecil, D adalah bagian tengah *driving pin* (dipasang pada *driving flange*), dan O adalah bagian tengah hub *Timer*.



Gambar 2.31. Pergerakan *Timer 2*.

Sumber (Denso 2008: 104)

Aspek-aspek yang dipertimbangkan untuk memahami pergerakan setiap titik adalah sebagai berikut: (a) titik O tetap; (b) *driving pin*, dianggap tetap; (c) titik D dapat dianggap tetap; (d) posisi hubungan antara titik W, B dan C pada *cam*; (e) *eccentric* besar tidak berubah, artinya tidak hanya sudut WBC yang konstan tetapi jarak antara WB dan BC juga konstan; (f) posisi hubungan antara titik C dan D pada *eccentric cam* kecil tidak mengalami perubahan, sehingga jarak CD konstan; (g) titik B bergerak sesuai titik O; (h) pergerakan titik B sesuai dengan pergerakan Hub; (i) titik C bergerak disekitar titik D; (j) *eccentric cam* besar, titik W melalui titik B; dan (k) memperhatikan aspek-aspek di atas bayangan pergerakan tiap titik.

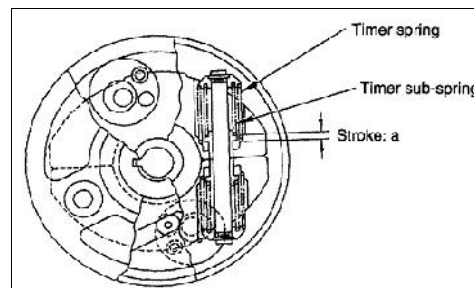


Gambar 2.32. Pergerakan *Timer 3*.

Sumber (Denso 2008: 105)

Pergerakan setiap titik adalah sebagai berikut: (a) rpm pompa meningkat; (b) beban terlempar; (c) titik W bergerak disekitar titik B, *eccentric cam* membesar besar; (e) titik B bergerak disekitar titik O; dan (f) titik C bergerak disekitar titik D.

2) Fungsi Sub *Timer Spring*



Gambar 2.33. Sub *Timer Spring*

Sumber (Denso 2008: 106)

Fungsi sub *timer spring* yaitu: (1) saat *timer* berputar dan gaya sentrifugal melebihi kekuatan *timer spring*, beban mulai terlempar dan menekan *spring*; (2) saat beban terlempar, *sub-spring timer* akan diaktifkan oleh langkah untuk menghentikan terlemparnya beban; (3) ketika rpm *timer* meningkat dan gaya sentrifugal pada beban melampaui kekuatan *sub-spring*, *timer spring* dan *sub-spring* akan tertekan dan menyebabkan beban terlempar.

c. *Timing Injeksi Bahan Bakar dan Pengaruhnya*

Pompa injeksi bahan bakar memasok bahan bakar pada *timing* yang tepat, sangat mempengaruhi *performance* mesin. Sehingga, *timing* injeksi yang tidak benar menyebabkan berkurangnya tenaga mesin.

1) *Timing* Injeksi Terlalu Awal

Bahan bakar diinjeksikan atau dikabutkan terlalu awal di dalam ruang bakar belum mencapai suhu optimalnya, artinya bahwa kondisi yang diperlukan

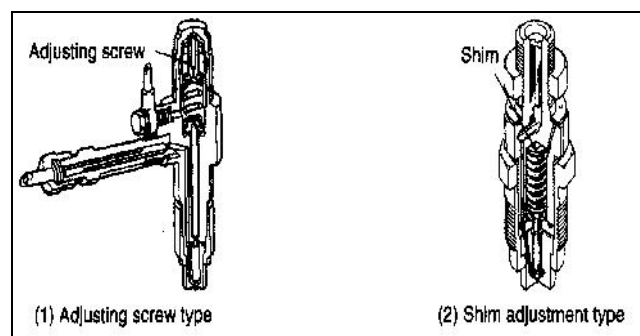
untuk pembakaran belum mencapai jeda pengapian, maka akan menyebabkan semakin panjang. Bahan bakar dalam jumlah besar diinjeksikan selama jeda pengapian akan terbakar secara bersamaan dan menimbulkan gejala-gejala seperti, ketukan diesel yang keras, keluarnya asap hitam, tenaga mesin berkurang akibatnya mesin sulit dihidupkan.

2) *Timing* Injeksi Terlalu Lambat

Bahan bakar yang diinjeksikan terlambat, dapat menimbulkan keluarnya asap hitam saat mesin dihidupkan, mengeluarkan asap biru dan bau yang mengganggu selama pengoperasian, tenaga mesin berkurang akibatnya mesin akan sulit dihidupkan.

15. *Nozzle* dan *Nozzle Holder*

a. *Tipe Nozzle Holder Menurut Penyetelan Tekanan*



Gambar 2.34. Tipe *Nozzle Holder*

Sumber (Denso 2008: 109)

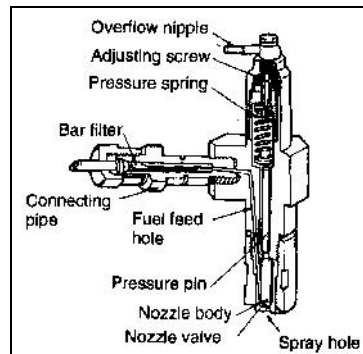
1) Tipe mur pengatur

Merupakan pengaturan menggunakan mur pengatur

2) Tipe *shim* pengatur

Merupakan pengaturan dengan cara mengganti *shim* yang ketebalannya berbeda.

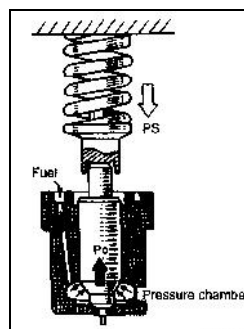
b. Konstruksi dan Cara Kerja



Gambar 2.35. Konstruksi *Nozzle Holder*

Sumber (Denso 2008: 111)

Bahan bakar dialirkan oleh pompa injeksi, melalui pipa penghubung, melewati lubang masuk bahan bakar (pada badan *holder*), menuju ke ruang bertekanan di *nozzle body*. Bahan bakar tersebut kemudian menekan *nozzle valve* ke atas dan disemprotkan melewati lubang *spray*, supaya *nozzle* dapat menjaga tekanan pada bahan bakar maka semua sambungan tidak boleh bocor, sehingga permukaan *nozzle* dan *nozzle holder* dibuat dengan sangat presisi.

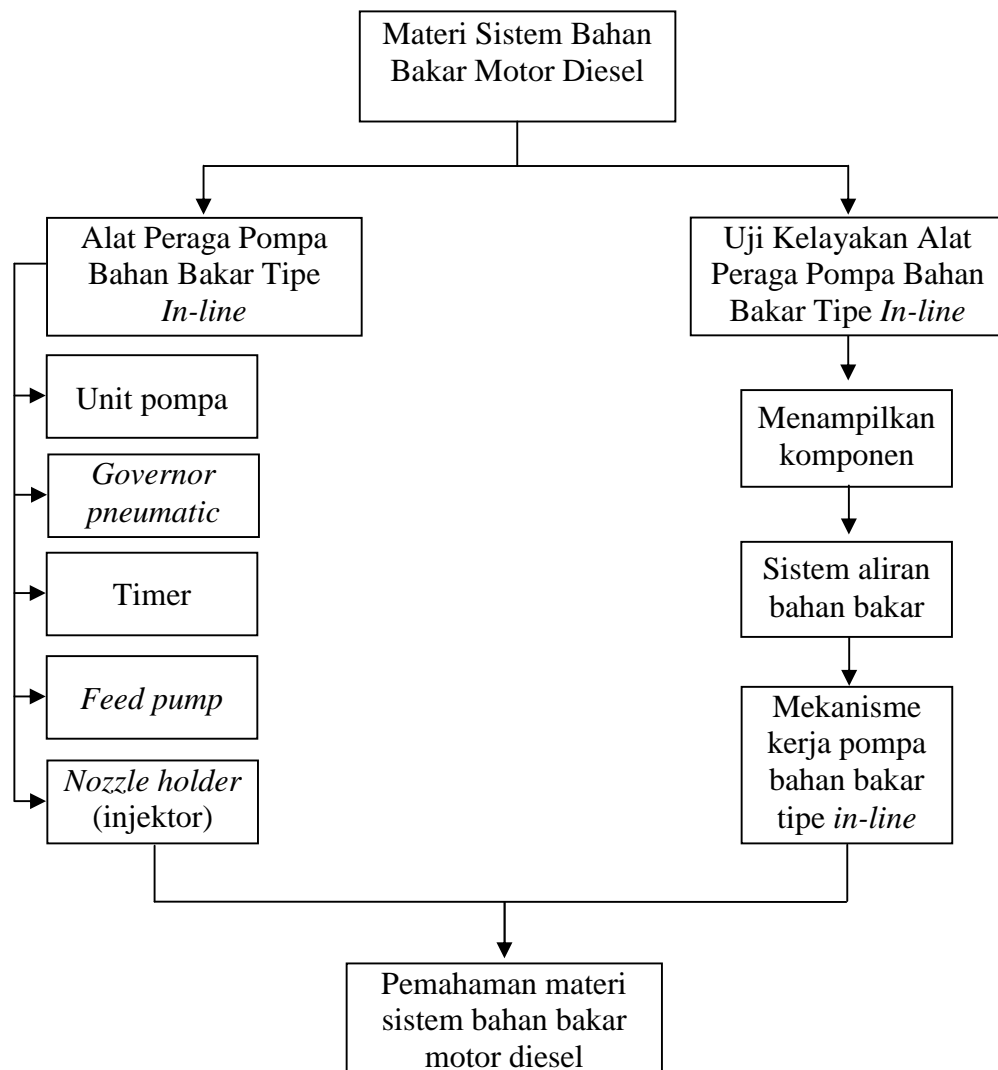


Gambar 2.36. Kerja *Nozzle*

Sumber (Denso 2008: 121)

Bahan bakar yang dipasok oleh pompa injeksi melumasi permukaan yang bergesekan dari *body nozzle* dan *valve nozzle*, kemudian bahan bakar masuk ke dalam ruang *spring*, melewati lintasan di *holder* dan kembali ke tangki bahan bakar.

D. Kerangka Berfikir



Gambar 2.37. Diagram Kerangka Berfikir

Materi sistem bahan bakar motor diesel khususnya sistem bahan bakar motor diesel merupakan materi yang dipilih penulis sebagai materi penelitian, pada materi tersebut menggunakan alat peraga pompa bahan bakar tipe *in-line*, yang menjelaskan unit pompa, *governor pneumatic*, *timer*, *feed pump*, dan *nozzle holder* (injektor). Materi tersebut sesuai dengan uji kelayakan alat yang meliputi menampilkan komponen, sistem aliran bahan bakar, dan mekanisme kerja pompa bahan bakar tipe *in-line*, dengan demikian materi sistem bahan bakar motor diesel

yang menggunakan alat peraga pompa bahan bakar tipe *in-line* yang sesuai dengan uji kelayakan alat dapat meningkatkan pemahaman materi sistem bahan bakar motor diesel khususnya pompa bahan bakar tipe *in-line*.

E. HIPOTESIS

Berdasarkan gambaran dari kerangka berfikir di atas maka disusun suatu hipotesis yaitu sebagai berikut:

1. Ada kesesuaian alat peraga pompa bahan bakar tipe *in-line* dengan uji kelayakan alat
2. Ada perbedaan pemahaman materi sistem bahan bakar motor diesel dengan menggunakan alat peraga pompa bahan bakar tipe *In-line* pada mahasiswa Prodi Pendidikan Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Sebuah penelitian harus ada rancangan dan tujuan penelitian agar penelitian tersebut tidak melenceng dari tujuan yang akan dicapai, dalam rancangan ini yang akan digunakan sebagai subjek penelitian adalah kelas pengikut mata kuliah teknik perakitan otomotif II. Penulis menggunakan “*True experimental design*, yaitu jenis eksperimen yang dianggap sudah baik karena sudah memenuhi persyaratan” (Arikunto 2006: 86), dengan pola *pre test - post test control group design*. Rancangan ini digunakan dua kelompok yaitu kelompok eksperimen dan kelompok kontrol yang dipilih secara *random*. Pertama-tama dilakukan pengukuran terhadap kedua kelompok (*pre-test*), kemudian kelompok eksperimen dikenakan perlakuan untuk jangka waktu tertentu berupa metode pembelajaran ceramah menggunakan alat peraga, sedangkan untuk kelompok kontrol dikenakan perlakuan berupa metode pembelajaran ceramah menggunakan alat sebenarnya sebagai pembanding. Kemudian dilakukan pengukuran untuk kedua kalinya kepada kedua kelompok (*post-test*). Rancangan tersebut dapat digambarkan dengan tabel sebagai berikut:

Tabel 3.1. Tabel Desain Penelitian

No.	Kelompok	<i>Pre-test</i>	Perlakuan (X)	<i>Post-test</i>
1.	Eksperimen	O ₁	Metode pembelajaran ceramah menggunakan alat peraga	O ₂
2.	Kontrol	O ₃	Metode pembelajaran ceramah menggunakan alat sebenarnya	O ₄

B. Populasi dan Sampel

1. Populasi

Menurut Arikunto (2006: 130) “Populasi adalah keseluruhan subjek penelitian”, sedangkan menurut Samsudi (2005: 34) “Secara umum, populasi diartikan seluruh anggota kelompok yang sudah ditentukan karakteristiknya dengan jelas, baik itu kelompok orang, objek atau kejadian”. Populasi dalam penelitian ini adalah Mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang yang mengikuti perkuliahan teknik perakitan otomotif II tahun ajaran 2010/ 2011.

2. Sampel

Menurut Arikunto (2006: 131) “Sampel adalah sebagian atau wakil populasi yang diteliti”, sedangkan menurut Sugiyono (2009: 81) “Sampel adalah bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi tersebut”. Pengambilan sampel untuk penelitian menurut Arikunto (2006 : 134), “Apabila subyeknya kurang dari 100, lebih baik diambil semua sehingga penelitiannya merupakan penelitian populasi”.

Subyek yang digunakan dalam penelitian ini adalah Mahasiswa Pendidikan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang yang mengikuti perkuliahan teknik perakitan otomotif II tahun ajaran 2010/ 2011. Penentuan kelompok perlakuan dilakukan dengan menggunakan sampel random/ cara diundi. Peneliti memilih satu kelas kemudian dibagi menjadi dua kelompok, kelompok 1 sebagai kelompok eksperimen dan kelompok 2 sebagai kelompok kontrol.

3. Variabel Penelitian

“Variabel penelitian adalah segala sesuatu yang berbentuk apa saja yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari sehingga diperoleh informasi tentang hal tersebut, kemudian ditarik kesimpulannya” (Sugiyono 2007: 2). Variabel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

a. Variabel Bebas (Variabel X)

“Variabel bebas adalah merupakan variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahannya atau timbulnya variabel dependen (terikat)” (Sugiyono 2007: 4). Variabel bebas dalam penelitian ini adalah pembelajaran yang menggunakan metode ceramah bervariasi yaitu ceramah menggunakan alat sebenarnya dan ceramah menggunakan alat peraga.

b. Variabel Terikat (Variabel Y)

“Variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat, karena adanya variabel independen (bebas)” (Sugiyono 2007: 4). Variabel terikat dalam penelitian ini adalah hasil belajar mahasiswa pada kemampuan pemahaman materi sistem bahan bakar motor diesel khususnya pompa bahan bakar tipe *In-line*.

c. Variabel Kontrol

“Variabel kontrol adalah variabel yang dikendalikan atau dibuat konstan sehingga hubungan variabel independen terhadap dependen tidak dipengaruhi oleh faktor luar yang tidak diteliti” (Sugiyono 2007: 6). Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah materi pembelajaran, waktu pembelajaran, dan proses pembelajaran.

Perlakuan dalam penelitian ini adalah adanya penambahan alat peraga Pompa bahan bakar tipe *In-line* motor diesel sebagai *treatment* proses belajar mengajar yang bertujuan untuk meningkatkan kemampuan pemahaman materi sistem bahan bakar motor diesel khususnya menampilkan komponen, sistem aliran bahan bakar, dan mekanisme kerja. Hasil belajar dinyatakan dengan nilai yang berupa angka yang diperoleh siswa setelah menempuh proses kegiatan belajar yang diukur dengan tes kemampuan tentang sistem bahan bakar motor diesel, bisa setelah selesai akhir program atau setelah akhir semester.

C. Metode Pengumpulan Data

Untuk mencapai tujuan penelitian dibutuhkan data yang berhubungan dengan obyek untuk mencari jawaban dari permasalahan. Metode yang dipakai dalam penelitian ini adalah:

1. Metode Dokumentasi

“Metode dokumentasi ini digunakan untuk memperoleh keterangan-keterangan atau data awal yang berkaitan dengan subjek penelitian” (Wahyudin 2013). Data yang diambil adalah data nama, jumlah dan nilai peserta kuliah/mahasiswa, silabi.

2. Metode Test

Menurut Arikunto (2006: 150) “Tes adalah serentetan pertanyaan atau latihan yang digunakan untuk mengukur pengetahuan, intelegensi, atau bakat yang dimiliki oleh individu atau kelompok.” Ditinjau dari objek yang dievaluasi atau dites ada beberapa bentuk dan jenis tes, diantaranya adalah:

- a. Tes kepribadian (*personality test*)

- b. Tes intelegensi (*intelligence test*)
- c. Tes bakat (*aptitude test*)
- d. Tes sikap (*attitude test*)
- e. Tes minat
- f. Tes prestasi (*achievement test*).

Dalam penelitian ini digunakan tes prestasi belajar atau *achievement test*. “Tes prestasi belajar yaitu tes yang digunakan untuk mengukur pencapaian seseorang setelah mempelajari sesuatu” (Arikunto 2006: 151). Tes yang digunakan berupa tes *essay*, dalam hal ini yang diukur adalah pencapaian hasil belajar mahasiswa tentang sistem bahan bakar motor diesel.

D. Instrumen Penelitian

Menurut Sugiyono (2009: 102) “Instrumen penelitian adalah suatu alat yang digunakan mengukur fenomena alam maupun sosial yang diamati”. Dalam hal ini yang digunakan adalah tes *essay* dengan model *pre test* dan *post test* yang mencakup soal-soal tes kompetensi sistem bahan bakar motor diesel.

Langkah-langkah yang harus dilakukan dalam penyusunan tes adalah sebagai berikut:

1. Mengadakan pembatasan terhadap bahan yang akan diteskan. Perangkat tes soal-soal unit kompetensi sistem bahan bakar motor diesel meliputi sub unit kompetensi
 - a) Nama dan letak komponen pompa bahan bakar tipe *In-line* motor diesel
 - b) Sistem aliran bahan bakar pompa bahan bakar tipe *In-line* motor diesel
 - c) Mekanisme kerja pompa bahan bakar tipe *In-line* motor diesel.

2. Menentukan tujuan mengadakan tes
 - a) Diharapkan mahasiswa mengetahui nama-nama, bentuk dan letak komponen sistem pompa bahan bakar tipe *In-line* motor diesel
 - b) Mahasiswa memahami sistem aliran bahan bakar pada pompa bahan bakar tipe *In-line* motor diesel
 - c) Mahasiswa memahami mekanisme kerja pompa bahan bakar tipe *In-line* motor diesel.

E. Tahap Penelitian dan Alur

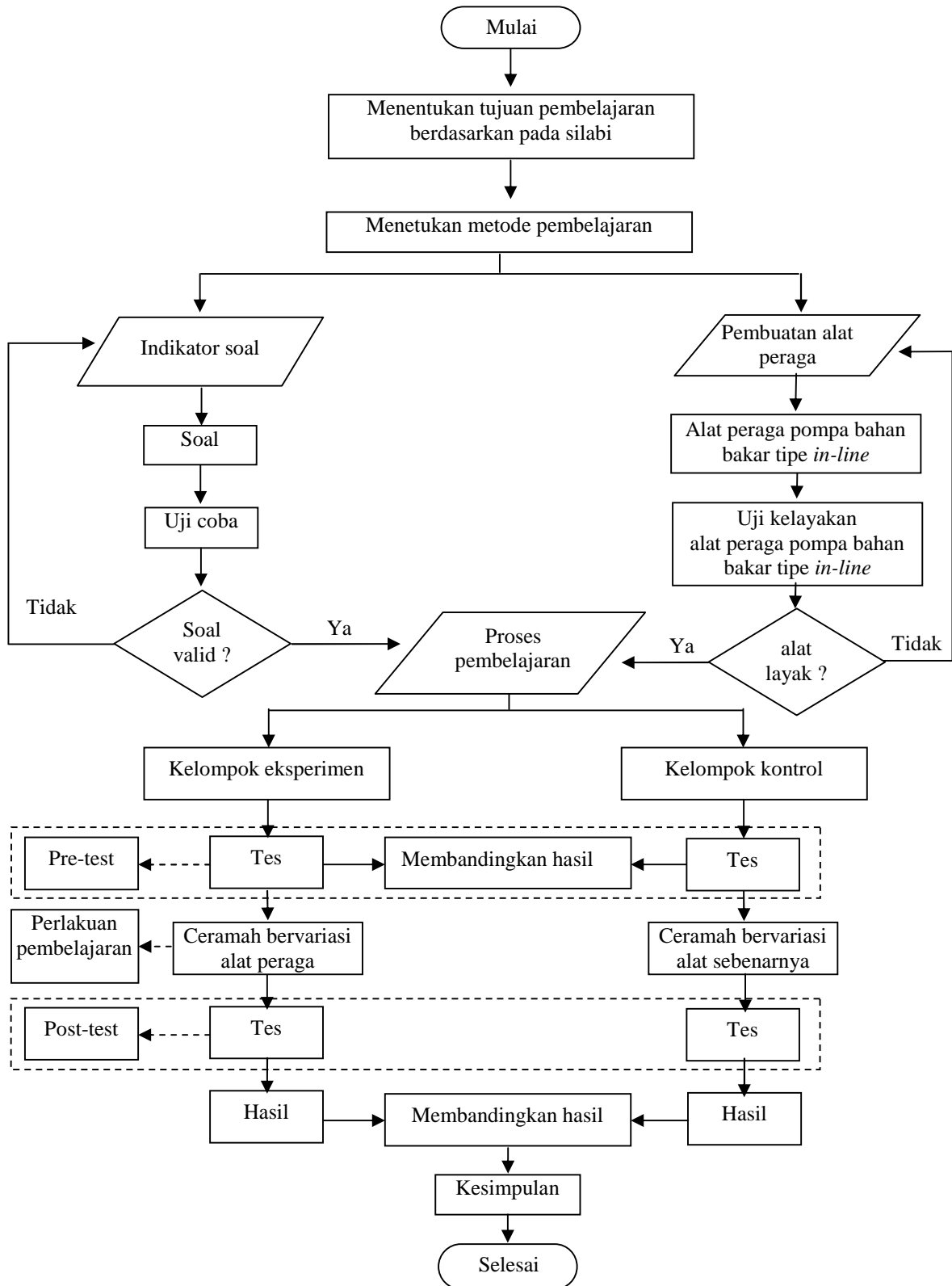
1. Tahapan Penelitian

Langkah-langkah penelitian adalah sebagai berikut:

- a) Menentukan tujuan pembelajaran berdasarkan silabus
- b) Menentukan metode pembelajaran
- c) Menyiapkan bahan ajar, dalam penelitian ini menggunakan alat peraga
- d) Langkah-langkah membuat alat peraga pompa bahan bakar tipe *In-line* motor diesel :
 - 1) Mencari literatur
 - 2) Mendesain alat peraga
 - 3) Membuat alat peraga pompa bahan bakar tipe *In-line* pada motor diesel.
- e) Langkah-langkah penyusunan soal tes
 - 1) Menentukan indikator soal
 - 2) Penyusunan soal tes
 - 3) Uji coba soal tes
 - 4) Penilaian soal tes dalam hal ini dilakukan uji validitas dan reliabilitas

- 5) Melakukan penggantian pada soal tes bila ada yang tidak valid atau tidak reliabel dan lakukan uji coba ulang soal tes hingga soal tes dapat dinyatakan valid dan reliabel.
- f) Mengadakan penilaian keadaan kemampuan awal (*pre-test*) untuk kelompok eksperimen dan kelompok kontrol
- g) Langkah proses pembelajaran pada kelompok kontrol menggunakan alat sebenarnya pompa bahan bakar tipe *In-line* motor diesel
 - 1) Persiapan peralatan pembelajaran
 - 2) Proses pembelajaran dengan metode ceramah menggunakan alat sebenarnya
 - 3) Mencatat aktifitas peserta didik dalam proses pembelajaran.
- h) Langkah proses pembelajaran pada kelompok eksperimen dengan menggunakan alat peraga pompa bahan bakar tipe *In-line* motor diesel
 - 1) Persiapan media dan peralatan pembelajaran
 - 2) Pembelajaran menggunakan metode ceramah dengan menggunakan alat peraga pompa bahan bakar tipe *In-line* motor diesel
 - 3) Mencatat aktifitas peserta didik dalam proses pembelajaran.
- i) Melakukan pengujian hasil belajar untuk kedua kelompok (*post-test*)
- j) Membandingkan hasil kelompok kontrol dengan hasil kelompok eksperimen
 - 1) Mengumpulkan data
 - 2) Analisis data hasil test kelompok kontrol dibandingkan dengan analisis data hasil test kelompok eksperimen
 - 3) Menarik kesimpulan
 - 4) Menulis laporan.

2. Alur Penelitian



Gambar 3.1. Diagram Alur Penelitian

F. Penilaian Alat Ukur

Melakukan pengambilan data diperlukan alat ukur atau instrumen yang baik, supaya memperoleh data yang tepat dan dapat dipertanggungjawabkan. Alat ukur yang baik harus memenuhi dua syarat, yaitu validitas dan reliabilitas.

1. Validitas Alat Ukur

“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 mempunyai validitas rendah” (Arikunto 2006: 168). Menurut Tohardi (2008: 128) “Dikatakan valid, yaitu apabila alat ukur yang digunakan dalam penelitian, benar-benar mengukur apa yang ingin diukur”.

“Pada dasarnya terdapat dua macam instrumen, yaitu instrumen yang berbentuk *test* untuk mengukur prestasi belajar dan instrumen yang *non test* untuk mengukur sikap” (Sugiyono 2009: 122). Berdasarkan hal tersebut maka penulis menggunakan instrumen yang berbentuk *test* karena digunakan untuk mengukur prestasi belajar dalam hal ini hasil belajar. Selanjutnya Sugiyono (2009: 123) menyatakan “Validitas internal instrumen yang berupa *test* harus memenuhi *construct validity* (validitas konstruksi) dan *content validity* (validitas isi). Instrumen yang harus mempunyai validitas isi (*content validity*) adalah instrumen yang berbentuk test yang sering digunakan untuk mengukur prestasi belajar (*achievement*) dan mengukur efektivitas pelaksanaan program dan tujuan”.

Menurut Sugiyono (2009: 125) “Untuk menguji validitas konstruk, dapat digunakan pendapat dari ahli (*judgment experts*). Dalam hal ini setelah

dikonstruksi tentang aspek-aspek yang diukur berdasarkan teori tertentu, maka selanjutnya dikonsultasikan dengan ahli”. Untuk menguji validitas butir-butir instrumen dengan validitas konstruk (*construct validity*) dilakukan dengan menghitung korelasi antara skor butir instrumen dengan skor total. Rumus yang digunakan adalah rumus *product moment pearson*, jika $r_{hitung} > r_{tabel}$ maka soal valid begitupun sebaliknya jika $r_{hitung} < r_{tabel}$ maka soal tidak valid.

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{(N \sum X^2 - (\sum X)^2)(N \sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$$

Sumber (Arikuto 2006: 275)

Dimana:

r_{xy}	= korelasi <i>product moment</i>
N	= cacah subjek uji coba
$\sum X$	= jumlah skor butir X
$\sum Y$	= jumlah skor variabel Y
$\sum X^2$	= jumlah skor butir kuadrat X
$\sum Y^2$	= jumlah skor variabel kuadrat Y
$\sum XY$	= jumlah perkalian butir (X) dan skor variabel (Y)

2. Reliabilitas Alat Ukur

“Reliabilitas adalah ketetapan suatu tes apabila diteskan kepada subjek yang sama. Untuk mengetahui ketetapan ini pada dasarnya dilihat kesejajaran hasil” (Arikunto 2002: 90).

Rumus reliabilitas yang digunakan dalam penelitian ini adalah reliabilitas dengan rumus *Alpha Cronbach*, yaitu :

$$r_{11} = \left(\frac{k}{(k-1)} \right) \left(1 - \frac{\sum \sigma_b^2}{\sum \sigma t^2} \right)$$

Keterangan:

r_{11} = Reliabilitas instrumen

k = Banyaknya butir pertanyaan atau banyaknya soal

b^2 = Varians tiap butir

$$\sigma_b^2 = \frac{\sum (x_b^2) - \left(\frac{(\sum x_b)^2}{n_b} \right)}{N_b}$$

x_b = Skor tiap butir

n_b = Skor maksimal tiap butir

N_b = Jumlah responden

t^2 = Varians total

$$\sigma_t^2 = \frac{(\sum (S_t^2)) - \left(\frac{(\sum S_t)^2}{n_b} \right)}{N_b}$$

S_t = Skor total.

Sumber (Arikunto 2006: 196).

G. Teknik Analisis Data

Karena penelitian ini menginginkan apakah ada peningkatan kemampuan mahasiswa maka analisis *t-test* yang digunakan adalah *t-test*, dengan uji pihak kanan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Uji Normalitas

Uji normalitas adalah uji untuk mengetahui apakah data yang diperoleh terdistribusi normal atau tidak.

Rumus uji normalitas dalam penelitian ini adalah :

$$x^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Dengan:

$\sum_{i=1}^k$ = Jumlah banyaknya kelas interval

x^2 = Parameter uji normalitas chi-kuadrat

O_i = Frekuensi yang observasi

E_i = Frekuensi diharapkan

Jika x^2 dengan $dk = (k-1)$ lebih kecil dari x^2 tabel, maka data yang diperoleh sudah tersebar dalam distribusi normal.

Sumber (Sudjana 2005: 273).

2. Uji Homogenitas

Uji homogenitas digunakan untuk menguji apakah kedua kelompok mempunyai kemampuan dasar yang sama. Teknik uji kesamaan 2 varians data hasil tes dalam penelitian ini menggunakan rumus:

$$F = \frac{\text{Varians terbesar}}{\text{Varians terkecil}}$$

Hipotesis uji kesamaan 2 varians adalah sebagai berikut:

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

$$H_a : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$$

Untuk $\alpha = 5\%$ dengan dk pembilang = $n-1$, dk penyebut = $n-1$ H_0 diterima apabila $F_{hitung} < F_{tabel}$ yang berarti ada kesamaan varians diantara kedua kelompok eksperimen.

Sumber (Sudjana 2005: 250)

3. Analisis *t-test*

a. Mencari mean

Mencari mean yang menggunakan ceramah dan alat peraga.

Rumus mean:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

Keterangan:

\bar{x} = Mean sampel yang dicari

x_i = Jumlah frekuensi tiap interval

n = Jumlah responden.

Sumber (Sudjana 2005: 67)

b. Mencari simpangan baku

Mencari simpangan baku yang menggunakan ceramah dan alat peraga.

Rumus yang digunakan:

$$s^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

Keterangan:

s^2 = Varians yang dicari dari suatu sampel

$(x_i - \bar{x})^2$ = Jumlah kuadrat selisih dari $x_1 - \bar{x}, x_2 - \bar{x}, \dots, x_n - \bar{x}$

n = Jumlah responden

sumber (Sudjana 2005: 93)

c. Mencari simpangan baku gabungan

Rumus simpangan baku gabungan:

$$s^2 = \frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

Keterangan:

s^2 = Simpangan baku/ varians gabungan

n = Jumlah responden

s_1^2 = Varians dari sebuah sampel

sumber (Sudjana 2005: 239)

d. Analisis t-test

Rumus analisis t-test:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

Keterangan:

t = Harga t-test yang dicari

\bar{x}_1 = Mean dari sampel 1

\bar{x}_2 = Mean dari sampel 2

s = Simpangan baku gabungan

n_1 = Jumlah responden sampel 1

n_2 = Jumlah responden sampel 2

Sumber (Sudjana 2005: 239)

Hipotesis yang akan diuji adalah H_0 = Ada peningkatan hasil belajar materi sistem bahan bakar motor diesel dengan menggunakan alat peraga pompa

bahan bakar tipe *In-line* motor diesel pada mahasiswa Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang.

Pernyataan uji analisis uji t-test menurut Sudjana (2005: 239-240) adalah “Terima H_0 jika $-t_{1-1/2} < t < t_{1-1/2}$, dimana $t_{1-1/2}$ didapat dari daftar distribusi t dengan $dk = (n_1+n_2-2)$ dan peluang $(1-1/2)$. Untuk harga-harga t lainnya H_0 ditolak”.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Spesifikasi Alat Peraga

Data penelitian yang diperoleh berdasarkan penelitian pada mahasiswa sebelum dan setelah pembelajaran dengan penggunaan alat peraga yang dibuat.



Gambar 4.1. Alat Peraga Pompa Bahan Bakar Tipe *In-line* Motor Diesel

Alat peraga pompa bahan bakar tipe *in-line* yaitu alat yang digunakan peneliti sebagai media pembelajaran, yang berupa stand pompa bahan bakar tipe *in-line* dengan model belahan yang dilengkapi dengan kaki-kaki sebagai dudukan dan lengan penggerak sebagai penggerak, sehingga komponen yang di dalam terlihat. Alat peraga pompa bahan bakar tipe *in-line* tersebut telah uji kelayakan alat sesuai dengan materi sistem bahan bakar motor diesel, dengan kisi-kisi uji kelayakan alat yaitu (1) menampilkan komponen (2) sistem aliran bahan bakar (3) mekanisme kerja pompa.

Pembuatan Alat peraga pompa bahan bakar tipe *in-line* membutuhkan bahan dan alat pembuatan alat peraga, yaitu :

1. Bahan Pembuatan Alat Peraga

- a. Pompa bahan bakar tipe *In-line* motor diesel
- b. Plat besi
- c. Mur Baut
- d. Papan Kayu
- e. Cat (pewarna)

2. Alat Pembuatan Alat Peraga

- a. Kunci pas 1 set
- b. Obeng (+) dan (-)
- c. Palu
- d. Gerinda
- e. Mesin bor
- f. Gergaji besi
- g. Kuas

B. Hasil Penelitian

1. Hasil Uji Coba Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode tes *essay*, penggunaan tes *essay* ini dapat mengetahui dengan tepat kemampuan dari mahasiswa, jika menggunakan metode pilihan ganda tidak bisa mengetahui secara pasti kemampuan mahasiswa, dikarenakan dalam proses menjawab soal tersebut dapat menggunakan sistem acak atau '*gambling*'.

Instrument penelitian yang baik yaitu bahwa instrument tersebut valid dan reliable, untuk mengetahui terlebih dahulu diadakan uji coba instrumen pada mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Mesin S1 angkatan 2006 Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang sebanyak 24 mahasiswa, yang sudah mendapatkan materi sistem bahan bakar motor diesel khususnya pompa bahan bakar tipe *In-line* dan hasilnya dianalisis dengan uji validitas dan uji reliabilitas.

a. Uji Validitas

Instrumen sebelum digunakan untuk pengambilan data, terlebih dahulu dilakukan uji validitas dengan pengujian validitas isi (*content validity*). Uji validitas ini dilakukan dengan cara membandingkan antara isi instrumen dengan materi pelajaran yang telah diajarkan. Untuk menguji validitas butir-butir instrumen dilakukan dengan validitas konstruk (*construct validity*) dilakukan dengan menghitung korelasi antara skor butir instrumen dengan skor total. Rumus yang digunakan adalah rumus *product moment pearson*.

Indikator soal yang diberikan mahasiswa adalah sebagai berikut:

- 1) Mengetahui nama dan letak komponen pada pompa bahan bakar tipe *in-line* motor diesel
- 2) Memahami sistem aliran bahan bakar pada pompa bahan bakar tipe *in-line* motor diesel
- 3) Mengetahui mekanisme kerja yang meliputi pompa, *governur*, *feed pump*, *timer*, dan *nozzle* pada pompa bahan bakar tipe *in-line* motor diesel.

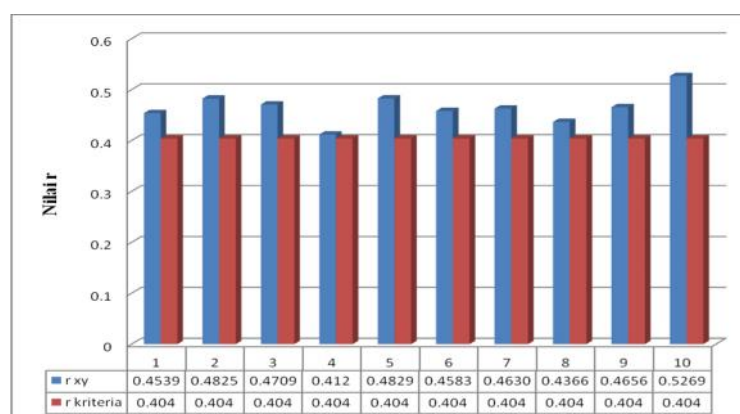
Penjabaran diatas dapat dikatakan bahwa instrumen penelitian telah sesuai dengan materi sistem bahan bakar motor diesel.

Hasil uji validitas digambarkan pada tabel di bawah ini :

Tabel 4.1. Hasil Pengujian Validitas Instrumen Penelitian

No. Soal	r_{xy}	Keterangan	Syarat Validitas Instrumen
1	0,454	Valid	Jika r_{xy} hitung r_{xy} tabel maka soal valid (r_{xy} tabel = 0,404 / interval kepercayaan 95%),
2	0,483	Valid	
3	0,471	Valid	
4	0,412	Valid	
5	0,483	Valid	
6	0,458	Valid	
7	0,463	Valid	
8	0,437	Valid	
9	0,466	Valid	
10	0,527	Valid	

lebih jelasnya dapat dilihat pada diagram korelasi validitas soal di bawah ini:



Gambar 4.2. Diagram Korelasi Validitas Soal

Uji validitas dilakukan dengan interval kepercayaan 95%, didapatkan nilai r_{xy} table = 0,404. Syarat uji validitasnya yaitu Jika r_{xy} hitung r_{xy} tabel maka soal valid. Jadi dari hasil diatas didapatkan bahwa semua soal dinyatakan valid dan layak digunakan dalam penelitian.

b. Reliabilitas

Rumus reliabilitas yang digunakan dalam penelitian ini adalah reliabilitas dengan rumus *Alpha Cronbach*, dari perhitungan menggunakan rumus tersebut diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 4.2. Hasil Pengujian Reliabilitas Instrumen Penelitian

K	σ_b^2	σ_t^2	r_{11}	$r_{kriteria}$	Keterangan
10	-480,790	-5052,10	1,005	0,404	Reliabilitas instrumen (r_{11}) > ($r_{kriteria}$) atau (1,005 > 0,404)

Hasil perhitungan diperoleh koefisien reliabilitas sebesar 0,98339 dengan jumlah varians tiap butir (σ_b^2) = -480,790, varian total (σ_t^2) = -5052,10 serta jumlah soal (k) = 10 dan nilai $n = 24$ pada tabel koefisien reliabilitasnya 0,404. Syarat reliabilitas jika r_i hitung lebih besar dari r_i tabel. dari hasil perhitungan koefisien reliabilitas tersebut reliabilitasnya memenuhi syarat ($r_{11} = 1,005 > 0,404$) maka soal tersebut reliabel dan dapat digunakan untuk penelitian.

2. Deskripsi Data Hasil Belajar

Penelitian dilakukan di jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Pengambilan data awal (*pre test*) dan data akhir (*post test*) dilakukan pada proses pembelajaran mata kuliah Praktik Blok Perakitan Otomotif II mulai tanggal 27 Juni 2011 sampai dengan 4 Juli 2011 sebanyak 45 mahasiswa. Pengambilan data awal dilakukan dengan cara memberikan tes pada kelompok mengenai sistem bahan bakar motor diesel khususnya pompa bahan bakar tipe *In-line*, sebelum mendapatkan materi sistem bahan bakar motor diesel, kemudian dilakukan uji-t untuk mengetahui perbedaan kemampuan awal kedua kelompok tersebut. Pengambilan data akhir dilakukan dengan cara memberikan materi tentang sistem bahan bakar pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol dengan perlakuan yang berbeda, pada kelompok eksperimen menggunakan pembelajaran metode ceramah bervariasi alat peraga, pada kelompok kontrol dengan metode ceramah bervariasi alat sebenarnya. Hasil tes kedua kelompok

tersebut dianalisis kemudian dibandingkan, lebih jelasnya dijelaskan sebagai berikut:

a. Hasil Tes Kemampuan Awal (Pre Test)

Pemberian materi sistem bahan bakar motor diesel khususnya pompa bahan bakar tipe *In-line* sebelumnya dilakukan (*pre test*) dengan tujuan untuk mengetahui bagaimana kondisi hasil belajar mahasiswa (kemampuan awal) pada materi sistem bahan bakar motor diesel khususnya pompa bahan bakar tipe *In-line*. Berdasarkan analisis hasil tes kemampuan awal mahasiswa diperoleh hasil sesuai tabel sebagai berikut:

Tabel 4.3. Data Hasil Belajar Sebelum Pembelajaran (*pre test*)

Sumber Variasi	Eksperimen	Kontrol
Rata-rata hasil belajar	59,955	53,435
Nilai tertinggi	69	63
Nilai terendah	45	43

Hasil uji-t antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol pengukuran *Pre-Test* dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.4. Hasil Uji-t Nilai Pengukuran *Pre-Test*

Sumber Varian	Rata-rata	dk	t_{hitung}	t_{tabel}	Kriteria
Eksperimen	59,955	43	1,727	2,016	Ho diterima
Kontrol	53,435				

Dari Tabel 4.4 didapatkan bahwa uji-t pada hasil belajar *Pre-Test* $t_{hitung(5\%;43)} = 1,727 < t_{tabel(5\%;43)} = 2,016$, sehingga dapat disimpulkan bahwa H_0 diterima atau tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok eksperimen dengan kelompok kontrol.

b. Hasil Tes Kemampuan Akhir (Post Test)

Responden diberikan perlakuan dengan metode pembelajaran menggunakan alat peraga untuk kelompok eksperimen dan metode pembelajaran konvensional untuk kelompok kontrol, kemudian dilakukan *post test* bertujuan mengetahui hasil tes. Hasil belajar mahasiswa setelah mengikuti pembelajaran dari kedua kelompok dapat dilihat dari tabel berikut :

Tabel 4.5. Data Hasil Belajar Setelah Pembelajaran (*post test*)

Sumber Variasi	Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol
Rata-rata hasil belajar	81,773	65
Nilai tertinggi	89	74
Nilai terendah	70	53

c. Peningkatan Hasil Belajar pada Kelompok Eksperimen dan Kontrol.

Hasil belajar dapat di lihat pada tabel berikut ini :

Tabel 4.6. Hasil Nilai Rata-Rata *Pre-Test*, *Post-Test* dan Peningkatan Nilai Rata-rata pada Kelompok Eksperimen dan Kontrol

Kelompok	Nilai rata-rata <i>pre test</i>	Nilai rata-rata <i>post test</i>	Peningkatan	
Eksperimen	59,955	81,773	21,818	36,39%
Kontrol	53,435	65	11,565	21,64%

Kelompok eksperimen terjadi peningkatan hasil belajar dari nilai awal 59,955 menjadi nilai akhir 81,773, dengan demikian terjadi peningkatan sebesar 21,818 atau 36,39 %. Kelompok kontrol terjadi peningkatan hasil belajar dari nilai awal 53,435 menjadi nilai akhir 65, dengan demikian terjadi peningkatan sebesar 11,565 atau 21,64 %, sehingga dapat disimpulkan bahwa peningkatan hasil belajar pada kelompok eksperimen lebih baik dari kelompok kontrol.

d. Pengujian Persyaratan Hipotesis.

1) Uji Normalitas Data Tes Akhir (*Post Test*)

Tabel 4.7. Hasil Uji Normalitas *Post Test*
Kelompok Eksperimen dan Kelompok Kontrol

Sumber Varian	X^2_{hitung}	dk	X^2_{tabel}	Kriteria	
Eksperimen	5,667	5	0,05	11,1	Ho diterima
Kontrol	5,622				

Kelompok eksperimen hasil nilai X^2_{hitung} tertinggi sebesar 5,667. Hasil tersebut dikonsultasikan pada “Tabel Harga Kritik Chi-Kuadrat” (Sugiono 2009:334). Dengan $\alpha = 5\%$ dan $dk = 6-1 = 5$ diperoleh nilai X^2_{tabel} sebesar 11,1. Berdasarkan kriteria, data berdistribusi normal jika nilai X^2_{hitung} lebih kecil dari nilai X^2_{tabel} . Nilai X^2_{hitung} 5,667 < nilai tabel X^2_{tabel} 11,1. Menurut Sudjana (2005: 273) “chi-kuadrat dengan $dk = (k-1)$. Kriteria pengujian adalah: tolak H_0 jika $X^2_{hitung} > X^2_{tabel}$ dengan $\alpha =$ taraf nyata untuk pengujian. Dalam hal lainnya, H_0 diterima”.

Sedangkan pada kelompok kontrol hasil nilai X^2_{hitung} tertinggi sebesar 5,622. Hasil tersebut dikonsultasikan pada tabel “Harga Kritik Chi Kuadrat”. Dengan $\alpha = 5\%$ dan $dk = 6-1 = 5$ diperoleh nilai X^2_{tabel} sebesar 11,1. Berdasarkan kriteria, data berdistribusi normal jika nilai X^2_{hitung} lebih kecil dari nilai X^2_{tabel} . Nilai X^2_{hitung} 5,483 < nilai tabel X^2_{tabel} 11,1. Sehingga dapat disimpulkan bahwa distribusi data penelitian pada kelompok eksperimen dan kontrol normal. Perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada lampiran.

2) Uji Homogenitas Data Tes Akhir (*Post Test*)Tabel 4.8. Data Uji Homogenitas *Post Test*

Sumber Varian	F_{hitung}	F_{tabel}	Kriteria
Eksperimen	1,394	0,025	2,41
Kontrol			

Berdasarkan perhitungan diperoleh $F_{hitung} = 1,208$, sedangkan $F_{tabel} = 2,41$.

Karena $F_{hitung} (1,394) < F_{tabel} (2,41)$ maka H_0 diterima artinya bahwa kedua kelompok mempunyai varians sama. Perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada lampiran.

e. Uji Hipotesis

Analisis data untuk uji hipotesis menggunakan uji-t, hipotesis yang diajukan terbukti jika $-t_{(1-1/2)(n_1+n_2-2)} > t > t_{(1-1/2)(n_1+n_2-2)}$ dengan derajat kebebasan $(dk) = (n_1+n_2-2)$ dan taraf nyata $(1-\frac{1}{2})$. Hasil analisis data penelitian yang menggunakan uji-t dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 4.9. Hasil Uji-t Nilai Pengukuran *Post-Test*

Sumber Varian	Rata-rata	dk	t_{hitung}	t_{tabel}	Kriteria
Eksperimen	81,77	43	10,517	2,016	Ha diterima
Kontrol	65				

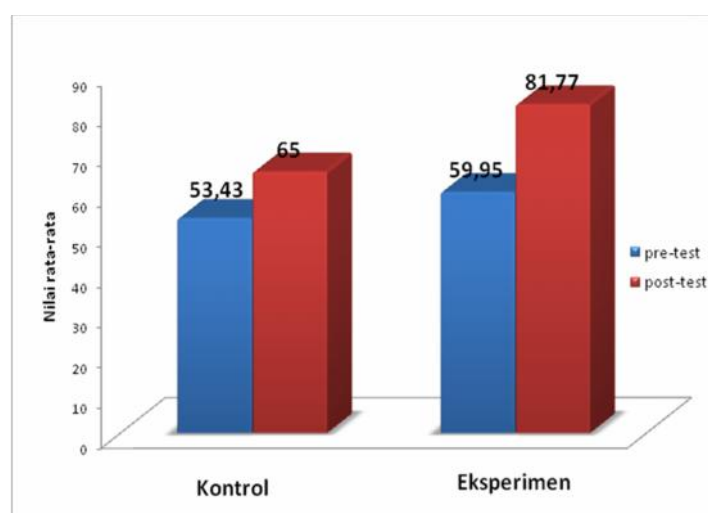
Berdasarkan perhitungan diperoleh $t_{hitung} = 10,517$, sedangkan $t_{tabel} = 2,016$,

karena $t_{hitung} (10,517) > t_{tabel} (2,016)$ dapat disimpulkan bahwa dari hasil uji-t didapatkan H_0 ditolak dan H_a diterima, maka hipotesis (H_a), yaitu ada perbedaan hasil belajar kelompok eksperimen dan kontrol diterima, dengan demikian

peningkatan pemahaman materi pembelajaran yang menggunakan alat peraga pompa bahan bakar tipe *In-line* model belahan lebih baik dari pada pembelajaran yang menggunakan alat peraga peraga sebenarnya.

C. Pembahasan

Hasil analisis deskriptif hasil *pre-test* dan *post-test* dari kelompok eksperimen yang mendapatkan pembelajaran ceramah menggunakan alat peraga pompa bahan bakar tipe *In-line* menunjukkan adanya peningkatan hasil belajar mahasiswa pada materi sistem bahan bakar motor diesel khususnya pompa bahan bakar tipe *In-line*. Hal ini diindikasikan oleh kemampuan kelompok kontrol yang menunjukkan peningkatan hasil belajar yaitu nilai rata-rata *pre test* sebesar 53,435 dan *post-test* sebesar 65, dengan demikian mengalami peningkatan sebesar 21,64%, kemudian pada kelompok eksperimen nilai rata-rata *pre test* sebesar 59,955 dan *post-test* sebesar 81,773, mengalami peningkatan hasil belajar sebesar 36,39%. Lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar diagram rata-rata hasil *pre-test* dan *post-test* kelompok kontrol dan eksperimen.



Gambar 4.3. Diagram Rata-rata Hasil *Pre-test* dan *Post-test* Kelompok Kontrol dan Eksperimen

Hal ini menunjukkan bahwa hasil belajar sistem bahan bakar motor diesel khususnya pompa bahan bakar tipe *In-line* pada kelompok eksperimen lebih baik dibandingkan dengan hasil belajar menggunakan metode ceramah menggunakan alat sebenarnya pada kelompok kontrol, maka penggunaan alat peraga pompa bahan bakar tipe *In-line* mampu meningkatkan hasil belajar mahasiswa Pendidikan Teknik Mesin tahun 2007 yang mengikuti mata kuliah teknik perakitan Otomotif II tahun ajaran 2010/2011.

Penerapan alat peraga proses belajar mengajar tidak verbalistik, sehingga hasil belajar yang didapat lebih jelas dan tidak cepat lupa, dengan demikian dalam proses belajar mengajar dapat berjalan dengan baik dan materi yang disampaikan dapat dipahami oleh mahasiswa dengan baik pula. Mahasiswa lebih mudah dalam memahami mekanisme kerja pompa bahan bakar tipe *in-line*, karena penggunaan alat peraga sebagai alat bantu proses pembelajaran yang bersifat aplikatif akan menjadi lebih jelas dan terarah, sehingga pengetahuan mahasiswa tidak hanya verbal tetapi juga pengetahuan praktik menggunakan alat peraga. Manfaat yang diperoleh selama proses pembelajaran menggunakan alat peraga adalah:

- 1) Minat mahasiswa dalam mengikuti proses pembelajaran lebih baik
- 2) Mahasiswa lebih aktif bertanya
- 3) Terjadi interaksi yang lebih baik antara dosen dan mahasiswa
- 4) Perhatian mahasiswa lebih terfokus selama pemberian materi.

Pembelajaran dengan alat peraga mempunyai kelebihan tersendiri jika dibandingkan dengan pembelajaran model lainnya, karena pembelajaran dengan menggunakan alat peraga mengharuskan mahasiswa secara langsung mengamati

dan mempraktekkan materi yang didapatkannya, sehingga alat peraga mempunyai kelebihan bagi mahasiswa. Kelebihan yang diperoleh dari pembelajaran menggunakan alat peraga bagi mahasiswa adalah:

- 1) Menumbuhkan minat dan perhatian mahasiswa untuk lebih terfokus dalam pemberian materi
- 2) Pengetahuan mahasiswa tidak verbal tetapi lebih detail dengan menggunakan alat peraga sehingga lebih mudah untuk memahami materi
- 3) Memudahkan mahasiswa dalam menganalisis mekanisme kerja pompa bahan bakar tipe *In-line*.

Beberapa manfaat dan kelebihan penggunaan alat peraga di atas, maka penggunaan alat peraga pompa bahan bakar tipe *in-line* sangat berpengaruh terhadap tingkat pemahaman mahasiswa dalam penguasaan materi sistem bahan bakar motor diesel khususnya pompa bahan bakar tipe *In-line*. Penggunaan alat peraga pompa bahan bakar tipe *In-line* dapat meningkatkan faktor individu berupa minat dan motivasi belajar serta faktor alat pembelajaran yang mendukung. Pembelajaran dengan metode ceramah menggunakan alat peraga ini dapat memperkuat ingatan mahasiswa pada materi yang telah diberikan dosen di kelas yang pada akhirnya dapat menumbuhkan motivasi belajar yang tinggi pada mahasiswa, pada akhirnya akan berpengaruh terhadap prestasi belajar. Secara umum menunjukkan bahwa pembelajaran ceramah menggunakan alat peraga lebih efektif dari pada pembelajaran ceramah menggunakan alat sebenarnya. Menurut Khusein, dkk. (2010: 71) dalam penelitian yang telah dilakukan bahwa terdapat perbedaan kemampuan pemahaman mahasiswa sebelum dan dan setelah

menggunakan media peraga, yang ditunjukkan pada nilai rata-rata sebelum menggunakan media peraga sebesar 55,034 dan nilai rata-rata setelah menggunakan alat peraga sebesar 66,103, dengan demikian mengalami peningkatan sebesar 20,10%. Pernyataan tersebut memperkuat peneliti bahwa pembelajaran dengan metode ceramah menggunakan alat peraga pompa bahan bakar tipe *in-line* dapat meningkatkan pemahaman materi sistem bahan bakar motor diesel.

BAB V

PENUTUP

A. Simpulan

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

1. Penerapan alat peraga pompa bahan bakar tipe *In-line* motor diesel yang sesuai dengan uji kelayakan alat, dengan materi sistem bahan bakar motor diesel khususnya pompa bahan bakar tipe *In-line*, diantaranya:
(a) menampilkan komponen pompa bahan bakar tipe *In-line*; (b) memberikan informasi tentang sistem aliran bahan bakar motor diesel; (c) memberikan informasi tentang mekanisme kerja pada pompa bahan bakar tipe *In-line*. Penerapan alat peraga pompa bahan bakar tipe *in-line* sebagai perangkat pembelajaran dengan hasil uji coba telah terlaksana dengan baik tanpa sedikit gangguan sesuai dengan tujuan pembelajaran yang telah ditentukan.
2. Terdapat peningkatan pemahaman materi sistem bahan bakar motor diesel, khususnya pompa bahan bakar tipe *In-line* pada mahasiswa Pendidikan Teknik Mesin tahun 2007, yang mengikuti perkuliahan perakitan Otomotif II tahun 2010/2011 Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang. Peningkatan materi antara pembelajaran kelompok eksperimen dengan pembelajaran kelompok kontrol, hal ini terbukti dengan uji t data hasil *post test* hasil perhitungan didapat t_{hitung} 10,517 dan t_{tabel} 2,016 dengan demikian $t_{hitung} > t_{tabel}$ maka H_a diterima atau terdapat perbedaan antara kelompok

eksperimen dan kelompok kontrol, karena hasil uji t kelompok eksperimen lebih baik dari pada kelompok kontrol, maka ada peningkatan hasil belajar antara pembelajaran menggunakan alat peraga pompa bahan bakar tipe *In-line* dibanding pembelajaran menggunakan alat sebenarnya pompa bahan bakar tipe *In-line*.

B. Saran

Berdasarkan simpulan hasil penelitian diatas, maka penulis dapat memberi saran sebagai berikut:

1. Agar pemahaman mahasiswa lebih maksimal, diharapkan pada saat penerapan alat peraga pompa bahan bakar tipe *In-line* motor diesel perlu adanya kesetaraan antara pemahaman aplikatif dan pemahaman teoritis.
2. Perlu adanya penambahan media pembelajaran tambahan seperti animasi dan *power point* sebagai pendukung alat peraga pompa bahan bakar tipe *In-line* motor diesel.

DAFTAR PUSTAKA

- Anni, C.T., A. Rifai, E. Purwanto dan D. purnomo. 2005. *Psikologi Belajar*. Semarang: UPT MKK UNNES.
- Arikunto, S. 2002. *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan* (Edisi Revisi). Jakarta: Bumi Aksara.
- Arikunto, S. 2006. *Prosedur Penelitian* (Edisi Revisi). Jakarta: Rineka Cipta.
- Arsyad, A. 2011. *Media Pembelajaran*. Jakarta: RajaGrafindo Persada.
- Budiningsih, C. A. 2010. Pengaruh Strategi Pembelajaran Deep Dialogue dan Kemampuan Awal Terhadap Pemahaman Materi Kuliah. *Jurnal Penelitian Ilmu Pendidikan*. Vol. 3. No. 2: 1-21
- Daryanto. 2007. *Motor Diesel pada Mobil*. Bandung: Yrama Widya.
- DENSO. 2008. *Service Manual In Line Pumps*. Jakarta: Denso Sales Indonesia.
- Harsono, B., Soesanto dan Samsudi. 2009. Perbedaan Hasil Belajar Antara Metode Ceramah Konvensional dengan Ceramah Berbantuan Media Animasi pada Pembelajaran Kompetensi Perakitan dan Pemasangan Sstem Rem. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*. Vol. 9. No. 2: 75-83
- Khusen, D. Widjanako dan Pramono. 2010. Peningkatan Kompetensi Mendiagnosis Sistem Pengisian Sepeda Motor menggunakan Media. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*. Vol. 10. No. 2: 68-71
- NIPPONDENSO. tt. *Pneumatic Governor for Fuel Injection Pmps*. Jakarta: Toyota Astra Motor.
- Poernomo, S. dan Thobroni. 2012. Analisis Pemakaian Bahan Bakar Biodiesel M30 dari Minyak Jelantah dengan Katalis NaOH0, 35% pada Motor Diesel Tipe S-1110. <http://repository.gunadarma.ac.id/bitstream/123456789/5300/1/JURNAL.pdf>. [di akses 28-02-2013]
- Samsudi. 2005. *Disain Penelitian Pendidikan*. Semarang: Universitas Negeri Semarang Press.
- Sudjana. 2005. *Metode Statistika* (Edisi 6). Bandung: Tarsito.

- Sugiyono, 2007. *Statistika Untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono, 2009. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Surahito, A. 2012. Pengembangan dan Modifikasi Mesin Bubut sebagai Mesin Penguji Injection Pump Tipe *In line*. <http://www.ejournal-unisma.net/ojs/index.php/latihan/article/viewFile/293/271>. [di akses 03-03-2013]
- Susilana, R. dan C. Riyana. 2008. *Media Pembelajaran Hakikat Pengembangan Pemanfaatan dan Penilaian*. Bandung: Wacan Prima.
- Tohardi, A. 2008. *Petunjuk Praktis Menulis Skripsi*. Bandung: Mandar Maju.
- Wahyudin, M., D. Wijanarko dan Agus Suharmanto. 2013. Peningkatan kompetensi mengatasi gangguan regulator sistem pengisian dengan penerapan alat peraga sistem pengisian berbasis kerja rangkaian. *Automotive Science and Education Journal*. Vol. 1. No. 1

LAMPIRAN

Lampiran 1. Instrumen Penelitian

a. Indikator soal *pre-test* dan *post-test*

Untuk mengetahui kemampuan pemahaman mahasiswa maka ada beberapa indikator yaitu mahasiswa mampu :

1. Mengetahui nama dan letak komponen pada pompa bahan bakar tipe *in-line* motor diesel
2. Memahami sistem aliran bahan bakar pada pompa bahan bakar tipe *in-line* motor diesel
3. Mengetahui mekanisme kerja yang meliputi pompa, *governur*, *feed pump*, *timer*, dan *nozzle* pada pompa bahan bakar tipe *in-line* motor diesel.

b. Kisi-kisi soal *pre-test* dan *post-test*

No.	Materi/kompetensi	Soal	Bentuk Soal
1.	Mengetahui sistem aliran bahan bakar	1	<i>Essay</i>
2.	Memahami unit pompa dan fungsinya masing-masing	2,3,6,7	<i>Essay</i>
3.	Menyebutkan komponen pada mekanisme pengontrol volume injeksi	4	<i>Essay</i>
4.	Menjelaskan langkah-langkah pada plunger	5	<i>Essay</i>
5.	Gejala pada mesin karena pengaruh <i>timing</i> injeksi	8	<i>Essay</i>
6.	Memahami mekanisme kerja <i>nozzle holder</i>	9	<i>Essay</i>
7.	Memahami tipe – tipe pengaturan/penyetelan tekanan pembukaan <i>nozzle</i>	10	<i>Essay</i>

c. Soal *Pre-Test* dan *Post-Test*

- 1) Jelaskan secara singkat sistem aliran bahan bakar motor diesel pada pompa bahan bakar tipe *In-line*!

- 2) Sebutkan empat unit pada pompa injeksi tipe *In-line* motor diesel!
- 3) Unit pompa terdapat komponen yang dinamakan *delivery valve*, apa fungsi *delivery valve* tersebut?
- 4) Sebutkan komponen yang termasuk dalam mekanisme pengontrol volume injeksi!
- 5) Jelaskan langkah efektif pada *plunger*!
- 6) Apa yang dimaksud dengan *governor pneumatic*?
- 7) Apa fungsi dari *feed pump*?
- 8) Gejala apa saja yang timbul pada mesin, jika *timing* injeksi terlalu awal?
- 9) Jelaskan mekanisme kerja *nozzle holder* (injektor)!
- 10) Pada *nozzle holder* ada dua tipe pengaturan/penyetelan tekanan pembukaan *nozzle*, sebutkan dan jelaskan cara pengaturannya!

d. Kunci jawaban soal uji coba dan skor

No. soal	Kunci jawaban	Point maks.	Skor maks. per soal
1.	a. Mulai dari <i>feed pump</i> menuju pompa injeksi, di dalam pompa injeksi yaitu elemen pompa dalam keadaan bertekanan karena pengaruh gerakan <i>plunger</i> , kemudian melewati <i>delivery valve</i> dialirkan menuju <i>nozzle holder</i> (injektor) melalui pipa bertekanan, karena pengaruh tekanan dari elemen pompa, maka <i>nozzle</i> di dalam injektor membuka (terdorong) yang akhirnya menuju ruang bakar.	5	10
	b. Untuk mencegah aliran kelebihan tekanan, di dalam Injektor terdapat saluran pengembali, yang berfungsi sebagai saluran menuju <i>feed pump</i> melalui <i>overflow pipe</i> . Jika tekanan dari <i>feed pump</i> melebihi ketentuan, katup <i>overflow</i> akan membuka untuk mengalirkan kelebihan tersebut kembali ke tangki melalui pipa <i>overflow</i> .	5	

2.	Empat unit pada pompa injeksi <i>In-line</i> adalah : a. Unit pompa b. Unit <i>governor</i> c. Unit <i>feed pump</i> d. Unit <i>timer</i>	10	10
3.	Fungsi <i>delivery valve</i> adalah mencegah aliran balik ke pompa dan menarik balik atau menghisab bahan bakar dari ruang injektor setelah penyemprotan.	10	10
4.	Yang termasuk Komponen di dalam mekanisme pengontrol volume adalah a. <i>Cylinder (fixed to the housing)</i> b. <i>Plunger</i> c. <i>Control rack</i> d. <i>Control pinion</i> e. <i>Control sleeve</i> f. <i>Driving vane</i>	10	10
5.	Langkah efektif adalah saat <i>plunger</i> mulai memompa (dimulai dari tertutupnya lubang masuk oleh <i>plunger</i>) sampai <i>control groove</i> bertemu dengan lubang masuk (pemompaan berhenti)	10	10
6.	<i>Governor pneumatic</i> adalah <i>governor</i> yang bekerja karena tekanan vakum yang terbentuk di venturi, venturi terletak di <i>intake manifold</i> . Bagian <i>governor</i> terdapat dua ruang : ruang <i>atmosperik</i> dan ruang vakum, ruang vakum terhubung dengan lubang <i>outlet</i> vakum pada venturi. Ruang vakum terdiri dari spring utama yang menekan <i>rack control</i> ke penambahan bahan bakar, melalui diafragma.	10	10
7.	<i>Feed pump</i> berfungsi untuk mengisap bahan bakar dari tangki dan menekan bakar melalui saringan bahan bakar ke ruang pompa injeksi.	10	10
8.	Timing injeksi terlalu awal menimbulkan gejala sebagai berikut: a. Ketukan diesel yang keras b. Asap hitam c. Berkurangnya tenaga mesin	10	10

9.	<p>Mekanisme kerja <i>nozzle holder</i> (injektor)</p> <p>Bahan bakar dari pompa akan mengalir melalui pipa penghubung, melalui lubang masuk bahan bakar (pada badan holder), menuju ke ruang bertekanan di <i>nozzle body</i>. Kemudian bahan bakar yang bertekanan tersebut menekan <i>valve</i> ke atas dan menyemburkannya melalui lubang <i>spray</i>.</p> <p>Sebagian dari bahan bakar yang dipasok oleh pompa injeksi melumasi permukaan yang bergesekan dari <i>body nozzle</i> dan <i>valve nozzle</i>. Kemudian, bahan bakar memasuki ruang spring, melewati lintasan di holder dan kembali ke tangki bahan bakar.</p>	10	10
10	<p>Pengaturan tekanan pembukaan nozzle :</p> <p>a. Tipe mur pengatur : pengaturan menggunakan mur pengatur</p> <p>b. Tipe shim (plat tipis) pengatur : pengaturan dilakukan dengan mengganti shim dengan yang ketebalannya berbeda.</p>	5 5	10
Total skor		100	100

e. Teknik Penskoran Tiap Item Soal

No. Soal	Kriteria Jawaban	Point Maksimal	Skor Maksimal per Soal
1	<ul style="list-style-type: none"> • Jelas • Benar 	5	10
		5	
2	<ul style="list-style-type: none"> • Menyebutkan 2 unit • Menyebutkan dengan benar 	5	10
		5	
3	<ul style="list-style-type: none"> • Jelas • Benar 	5	10
		5	
4	<ul style="list-style-type: none"> • Menyebutkan 3 komponen • Menyebutkan dengan benar 	5	10
		5	
5	<ul style="list-style-type: none"> • Jelas 	5	10
		5	

	<ul style="list-style-type: none">• Benar		
6	<ul style="list-style-type: none">• Jelas• Benar	5 5	10
7	<ul style="list-style-type: none">• Jelas• Benar	5 5	10
8	<ul style="list-style-type: none">• Menyebutkan 2 gejala• Menyebutkan gejala dengan benar	5 5	10
9	<ul style="list-style-type: none">• Jelas• Benar	5 5	10
10	<ul style="list-style-type: none">• Menyebutkan 2 tipe• Menjelaskan dengan benar	5 5	10
	TOTAL SKOR	100	100

Lampiran 2. Uji Coba Instrumen Penelitian

a. Daftar Nama Mahasiswa Uji Coba Instrumen Penelitian

No.	Nama	NIM	Kode
1	RUDY HANDOKO	5201406004	E-01
2	LINGGAR RIFKI	5201406008	E-02
3	TANGGUH WICAKSONO	5201406510	E-03
4	ARIEF RAHMAN	5201406010	E-04
5	KRIS WANTO	5201406014	E-05
6	ABDUL WAKHID	5201406016	E-06
7	KUSARI	5201406018	E-07
8	KURNIAWAN AFRIAN	5201406506	E-08
9	MA'MUN ROSYADI	5201406514	E-09
10	NANANG ADITYA	5201406028	E-10
11	SETIAWAN HENDARTO	5201406024	E-11
12	HENDY LAKSONO	5201406033	E-12
13	MEGI ISKANDAR	5201406035	E-13
14	AAN HENDRAWAN	5201406036	E-14
15	GOSTSA KHUSNUN N	5201406037	E-15
16	FIKI FIRDAUS	5201406038	E-16
17	SIGIT WIDIGDO P	5201406535	E-17
18	PUJI SISWO P.	5201406536	E-18
19	AHMAD SYAIFUL I	5201406533	E-19
20	ARIFIN KUSUMAADH..	5201406537	E-20
21	MOSES BEDA M	5201406522	E-21
22	ROHADI	5201406542	E-22
23	CAHYO UTOMO	5201406518	E-23
24	MOCHAMMAD FITRIA A.	5201406515	E-24

b. Tabel Hasil Uji Coba Instrumen Penelitian

No.	Responden	Butir soal										Nilai
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	E-01	8	8	8	10	5	5	7	8	5	6	70
2	E-02	10	5	6	5	8	8	7	8	5	8	70
3	E-03	10	8	10	8	7	8	6	6	5	5	73
4	E-04	8	10	5	8	5	8	5	6	6	5	66
5	E-05	5	10	5	5	10	8	8	5	10	9	75
6	E-06	10	10	10	10	5	5	5	5	8	10	78
7	E-07	10	10	8	9	0	8	8	5	0	5	63
8	E-08	10	10	8	5	5	5	4	8	5	6	66
9	E-09	8	8	8	5	7	5	5	5	6	8	65
10	E-10	9	10	5	5	5	5	7	8	5	5	64
11	E-11	5	6	8	7	5	5	6	10	8	8	68
12	E-12	5	6	10	6	5	8	5	8	5	5	63
13	E-13	0	8	6	5	5	6	4	5	2	7	48
14	E-14	7	7	6	7	7	5	7	5	5	5	61
15	E-15	4	8	8	8	7	7	8	8	5	5	68
16	E-16	9	8	10	8	0	0	4	5	6	5	55
17	E-17	7	7	6	5	4	8	5	8	0	5	55
18	E-18	5	8	8	5	0	0	8	5	6	5	50
19	E-19	8	7	5	8	5	0	4	5	5	8	55
20	E-20	5	6	5	5	5	5	5	0	6	5	47
21	E-21	5	6	0	7	5	5	5	5	5	5	48
22	E-22	7	5	5	5	5	6	5	5	0	5	48
23	E-23	5	6	6	6	5	5	0	5	5	5	48
24	E-24	8	8	5	5	0	5	5	5	5	5	51

Tabel Hasil Perhitungan Validitas Instrumen

NO	KODE	Skor tiap item										Y	Y ²
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	E-06	10	10	10	10	5	5	5	5	8	10	78	6084
2	E-05	5	10	5	5	10	10	8	5	10	9	77	5929
3	E-03	10	8	10	8	7	8	6	6	5	5	73	5329
4	E-01	8	8	8	10	5	5	7	8	5	6	70	4900
5	E-02	10	5	6	5	8	8	7	8	5	8	70	4900
6	E-11	5	6	8	7	5	5	6	10	8	8	68	4624
7	E-15	4	8	8	8	7	7	10	5	5	5	67	4489
8	E-04	8	10	5	8	5	8	5	6	6	5	66	4356
9	E-08	10	10	8	5	5	5	4	8	5	6	66	4356
10	E-09	8	8	8	5	7	5	5	5	6	8	65	4225
11	E-10	9	10	5	5	5	5	7	8	5	5	64	4096
12	E-07	10	10	8	9	0	8	8	5	0	5	63	3969
13	E-12	5	6	10	6	5	8	5	8	5	5	63	3969
14	E-14	7	7	6	7	7	5	7	5	5	5	61	3721
15	E-16	9	8	10	8	0	0	4	5	6	5	55	3025
16	E-17	7	7	6	5	4	8	5	8	0	5	55	3025
17	E-19	8	7	5	8	5	0	4	5	5	8	55	3025
18	E-24	8	8	5	5	0	5	5	5	5	5	51	2601
19	E-18	5	8	8	5	0	0	8	5	6	5	50	2500
20	E-13	0	8	6	5	5	6	4	5	2	7	48	2304
21	E-21	5	6	0	7	5	5	5	5	5	5	48	2304
22	E-22	7	5	5	5	5	6	5	5	0	5	48	2304
23	E-23	5	6	6	6	5	4	0	5	5	5	47	2209
24	E-20	5	6	5	5	5	5	5	0	6	5	47	2209
	x	168	185	161	157	115	131	135	140	118	145		
	x ²	1320	1489	1203	1095	701	871	849	906	712	933		
	x.y	10443	11397	10008	9679	7252	8213	8392	8683	7407	8979		
	r xy	0,453903	0,48259	0,47098	0,412	0,48294	0,45834	0,46301	0,43668	0,46565	0,52695		
	r kriteria	0,404	0,404	0,404	0,404	0,404	0,404	0,404	0,404	0,404	0,404		
	kriteria	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID		

c. Tabel Hasil Perhitungan Reliabilitas Instrumen

NO	KODE	skor tiap item										X _i	X _i ²
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	E-06	10	10	10	10	5	5	5	5	8	10	78	6084
2	E-05	5	10	5	5	10	10	8	5	10	9	77	5929
3	E-03	10	8	10	8	7	8	6	6	5	5	73	5329
4	E-01	8	8	8	10	5	5	7	8	5	6	70	4900
5	E-02	10	5	6	5	8	8	7	8	5	8	70	4900
6	E-11	5	6	8	7	5	5	6	10	8	8	68	4624
7	E-15	4	8	8	8	7	7	10	5	5	5	67	4489
8	E-04	8	10	5	8	5	8	5	6	6	5	66	4356
9	E-08	10	10	8	5	5	5	4	8	5	6	66	4356
10	E-09	8	8	8	5	7	5	5	5	6	8	65	4225
11	E-10	9	10	5	5	5	5	7	8	5	5	64	4096
12	E-07	10	10	8	9	0	8	8	5	0	5	63	3969
13	E-12	5	6	10	6	5	8	5	8	5	5	63	3969
14	E-14	7	7	6	7	7	5	7	5	5	5	61	3721
15	E-16	9	8	10	8	0	0	4	5	6	5	55	3025
16	E-17	7	7	6	5	4	8	5	8	0	5	55	3025
17	E-19	8	7	5	8	5	0	4	5	5	8	55	3025
18	E-24	8	8	5	5	0	5	5	5	5	5	51	2601
19	E-18	5	8	8	5	0	0	8	5	6	5	50	2500
20	E-13	0	8	6	5	5	6	4	5	2	7	48	2304
21	E-21	5	6	0	7	5	5	5	5	5	5	48	2304
22	E-22	7	5	5	5	5	6	5	5	0	5	48	2304
23	E-23	5	6	6	6	5	4	0	5	5	5	47	2209
24	E-20	5	6	5	5	5	5	5	0	6	5	47	2209
		168	185	161	157	115	130	133	143	118	145	1455	90453

b2 -62,6 -80,562 -57,879 -57,079 -25,896 -35,213 -40,563 -43,917 -28,35 -48,729

b2 -480,79

t2 -5052,1

$$r_{11} = \left(\frac{k}{(k-1)} \right) \left(1 - \frac{\sum \sigma_b^2}{\sigma_t^2} \right)$$

ri= 1,00537

Reliabilitas tes memenuhi syarat (= 1.00 > 0.404)

Lampiran 3. Daftar Nama Mahasiswa

a. Daftar Nama Mahasiswa Kelompok Eksperimen

No.	Nama	NIM	Kode
1	5201407043	Mohamad Nur Fajri	E-01
2	5201407021	Ardistya R. Y	E-02
3	5201407037	Tri Wahyu Hidayat	E-03
4	5201407009	Suyono	E-04
5	5201407013	Dony Nugroho	E-05
6	5201407018	Susanto	E-06
7	5201407031	Dhysa Gita Prasetya	E-07
8	5201407039	Tio Arisno	E-08
9	5201407010	Anjar Kustantoro	E-09
10	5201407017	Rizki Febrianto	E-10
11	5201407032	Hesti Anggoro	E-11
12	5201407019	Andri Stevia	E-12
13	5201407016	Hendra Suprayogi	E-13
14	5201407035	Fatikhin	E-14
15	5201407004	Tri Afriantoko	E-15
16	5201407038	Dian Arista	E-16
17	5201407022	Khanafi	E-17
18	5201407040	Candra Parmanto	E-18
19	5201407041	Pramono Andri S.	E-19
20	5201407042	Anggi Subkhan F.	E-20
21	5201407036	Abdul Rozak	E-21
22	5201407020	Misbakul Munir	E-22

b. Daftar Nama Mahasiswa Kelompok Kontrol

No.	Nama	NIM	Kode
1	5201407002	Aditya Bagus W.	K-01
2	5201407045	M. Nashifudin	K-02
3	5201407006	Muh. Fitron. N	K-03
4	5201407011	Giwang Anugrah	K-04
5	5201407023	Dicky R. H	K-05
6	5201407025	Taufik Dwi S.	K-06
7	5201407029	Kalis Noviyanto	K-07
8	5201407059	Dickta Aris	K-08
9	5201407062	Mujianto	K-09
10	5201407066	Aris Setya Endra G.	K-10
11	5201407070	Agung Riskian	K-11
12	5201407046	Kukuh Andriyan	K-12
13	5201407001	Abdul Sofyan	K-13
14	5201407015	Rifqi Triawan	K-14
15	5201407047	Budi Harmanto	K-15
16	5201407050	Kusuma Bekti	K-16
17	5201407052	Wahyu Kurniawan	K-17
18	5201407054	Dimas Prihandana	K-18
19	5201407056	Casudi	K-19
20	5201407008	Rifki Atmaja	K-20
21	5201407007	Rison Ardiningcahyo	K-21
22	5201407012	Hariyahya A.	K-22
23	5201407033	Wahyu Styarto	K-23

Lampiran 4. Data Nilai Kelompok Eksperimen dan Kelompok Kontrol

EKSPERIMEN				KONTROL			
No.	Kode	Pre Test	Post Test	No.	Kode	Pre Test	Post Test
1	E-01	68	88	1	K-01	53	64
2	E-02	62	82	2	K-02	63	74
3	E-03	62	83	3	K-03	55	68
4	E-04	67	86	4	K-04	54	68
5	E-05	55	76	5	K-05	45	60
6	E-06	69	89	6	K-06	59	67
7	E-07	54	79	7	K-07	49	72
8	E-08	68	78	8	K-08	51	69
9	E-09	49	83	9	K-09	55	71
10	E-10	66	76	10	K-10	56	63
11	E-11	60	82	11	K-11	54	67
12	E-12	68	84	12	K-12	57	69
13	E-13	69	87	13	K-13	55	68
14	E-14	68	82	14	K-14	61	73
15	E-15	66	75	15	K-15	62	65
16	E-16	53	78	16	K-16	59	63
17	E-17	47	82	17	K-17	51	60
18	E-18	55	88	18	K-18	52	68
19	E-19	59	87	19	K-19	44	59
20	E-20	58	83	20	K-20	53	63
21	E-21	51	81	21	K-21	53	56
22	E-22	45	70	22	K-22	45	53
				23	K-23	43	55
	=	1319	1799		=	1229	1495
n_1	=	22	22	n_1	=	23	23
\bar{X}	=	59,9545	81,77273	\bar{X}	=	53,4348	65
s_1^2	=	61,0931	23,80303	s_1^2	=	31,166	33,18182
s_1	=	7,81621	4,878835	s_1	=	5,58265	5,760366

Lampiran 5. Analisis Data

UJI NORMALITAS DATA POST TEST KELOMPOK EKSPERIMEN

Hipotesis :

Ho : Data berdistribusi normal

Ha : Data berdistribusi lebih besar dari normal

Pengujian Hipotesis :

Rumus yang digunakan :

$$t^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Kriteria yang digunakan :

Ho diterima jika $\chi^2 < \chi^2_{\text{tabel}}$

Pengujian Hipotesis

Nilai Maksimal : 89,0

Panjang Kelas : 3,2

Nilai Minimal : 70,0

Rata-rata (\bar{x}) : 81,77

Rentang : 19,0

s : 4,88

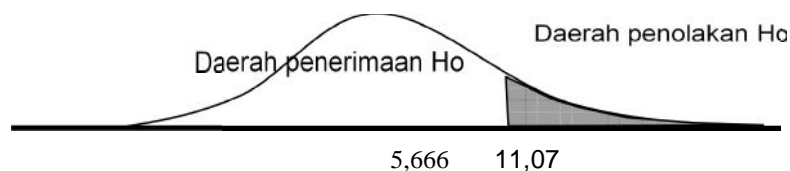
Banyak Kelas : 6

n : 22

Tabel Hasil Uji Normalitas Data *Post Test* Kelompok Eksperimen

Kelas interval	Batas kelas	Z untuk batas kelas	Peluang untuk Z	Luas kelas untuk Z	E_i	O_i	$\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$	
70,0-73,2	69,95	-2,42	0,4922	0,0323	0,7106	1	0,1179	
73,3-76,5	73,25	-1,75	0,4599	0,1023	2,2495	3	0,2504	
76,6-79,8	76,55	-1,07	0,3577	0,2060	4,5311	3	0,5174	
79,9-83,1	79,85	-0,39	0,1517	0,2620	5,7638	8	0,8675	
83,2-86,4	83,15	0,28	0,1103	0,2212	4,8666	2	1,6886	
86,5-89,7	86,45	0,96	0,3315	0,1180	2,5966	5	2,2247	
	89,75	1,64	0,4495					
$t^2 = 5,666$								

Untuk $\alpha = 5\%$, dengan dk = 6 - 1 = 5 diperoleh $\chi^2_{\text{tabel}} = 11,07$



Karena χ^2 pada daerah penerimaan Ho maka data tersebut berdistribusi normal

**UJI NORMALITAS
DATA POST TEST KELOMPOK KONTROL**

Hipotesis :

Ho : Data berdistribusi normal

Ha : Data tidak berdistribusi normal

Pengujian Hipotesis :

Rumus yang digunakan :

$$t^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Kriteria yang digunakan :Ho diterima jika $\chi^2 < \chi^2_{\text{tabel}}$ **Pengujian Hipotesis**

Nilai Maksimal : 74,0

Panjang Kelas : 3,5

Nilai Minimal : 53,0

Rata-rata (\bar{x}) : 65,00

Rentang : 21,0

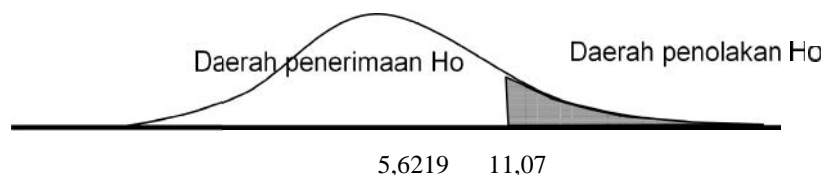
s : 5,76

Banyak Kelas : 6

n : 23

Tabel Hasil Uji Normalitas Data *Post Test* Kelompok Kontrol

Kelas interval	Batas kelas	Z untuk batas kelas	Peluang untuk Z	Luas kelas untuk Z	E_i	O_i	$\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$	
53,0 – 56,5	52,95	-2,09	0,4817	0,0525	1,2069	3	2,6643	
56,6 – 60,1	56,55	-1,47	0,4292	0,1297	2,9825	3	0,0001	
60,2 – 63,7	60,15	-0,84	0,2995	0,2125	4,8871	3	0,7287	
63,8 – 67,3	63,75	-0,22	0,0871	0,2462	5,6617	4	0,4877	
67,4 – 70,9	67,35	0,41	0,1591	0,1894	4,3562	6	0,6203	
71,0 – 74,5	70,95	1,03	0,3485	0,1030	2,3701	4	1,1209	
	74,55	1,66	0,4515					
$t^2 = 5,6219$								

Untuk $\alpha = 5\%$, dengan dk = 6 - 1 = 5 diperoleh $\chi^2_{\text{tabel}} = 11,07$ 

Karena χ^2 pada daerah penerimaan Ho maka data tersebut berdistribusi normal

UJI HOMOGENITAS DATA POST TEST ANTARA KELOMPOK EKSPERIMEN DAN KONTROL

Hipotesis

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

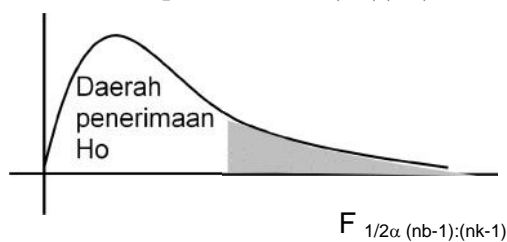
$$H_a : \sigma_1^2 > \sigma_2^2$$

Uji Hipotesis

Untuk menguji hipotesis digunakan rumus :

$$F = \frac{\text{Varians terbesar}}{\text{Varians terkecil}}$$

H_0 diterima apabila $F < F_{1/2 (nb-1):(nk-1)}$



Dari data diperoleh :

Tabel Hasil uji homogenitas data tes akhir (*post test*)

Sumber variasi	Eksperimen	Kontrol
Jumlah	1799,00	1495,00
N	22,00	23,00
X	81,77	65,00
Varians (s^2)	23,80	33,18
Standart deviasi (s)	4,88	5,76

Berdasarkan rumus di atas diperoleh :

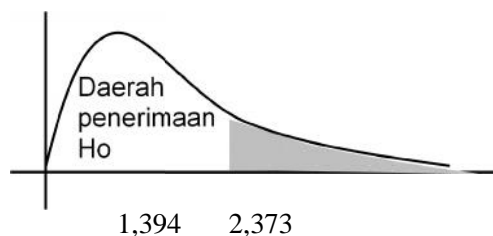
$$F = \frac{33,18}{23,80} = 1,394$$

Pada $\alpha = 5\%$ dengan :

$$dk \text{ pembilang} = nb - 1 = 22 - 1 = 21$$

$$dk \text{ penyebut} = nk - 1 = 23 - 1 = 22$$

$$F_{(0,025)(21;22)} = 2,373$$



Karena F berada pada daerah penerimaan H_0 , maka dapat disimpulkan bahwa kedua kelompok berasal dari populasi yang variansnya sama.

UJI KESAMAAN DUA RATA-RATA PRE TEST ANTARA KELOMPOK EKSPERIMEN DAN KONTROL

Hipotesis

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_a : \mu_1 \neq \mu_2$$

Uji Hipotesis

Untuk menguji hipotesis digunakan rumus :

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

Dimana :

$$s = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

H_0 diterima apabila $-t_{(1-1/2)(n_1+n_2-2)} < t < t_{(1-1/2)(n_1+n_2-2)}$



Dari data diperoleh :

Tabel Hasil uji kesamaan dua rata-rata tes awal (*pre test*)

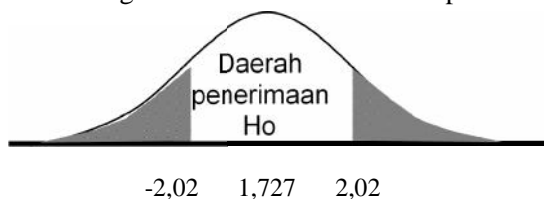
Sumber variasi	Eksperimen	Kontrol
Jumlah	1319,00	1229,00
N	22	23
\bar{x}	59,95	53,43
Varians (s^2)	61,0931	31,1660
Standart deviasi (s)	7,82	5,58

Berdasarkan rumus di atas diperoleh :

$$s = \sqrt{\frac{[22 - 1] 61,0931 + [23 - 1] 31,1660}{22 + 23 - 2}} = 6,76621$$

$$t = \frac{59,95 - 53,43}{6,76621 \sqrt{\frac{1}{22} + \frac{1}{23}}} = 1,727$$

Pada $\alpha = 5\%$ dengan $dk = 22 + 23 - 2 = 43$ diperoleh $t_{(0,975)(43)} = 2,02$



Karena t berada pada daerah penerimaan H_0 , maka dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan rata-rata yang signifikan.

UJI PERBEDAAN DUA RATA-RATA POST TEST ANTARA KELOMPOK EKSPERIMEN DAN KONTROL

Hipotesis

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_a : \mu_1 \neq \mu_2$$

Uji Hipotesis

Untuk menguji hipotesis digunakan rumus :

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

Dimana :

$$s = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

Ha diterima apabila $-t_{(1-1/2)(n_1+n_2-2)} > t > t_{(1-1/2)(n_1+n_2-2)}$



Dari data diperoleh :

Tabel uji perbedaan dua rata-rata tes akhir (*post test*)

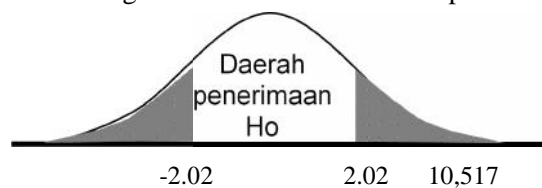
Sumber variasi	Eksperimen	Kontrol
Jumlah	1799,0	1495,0
N	22	23
\bar{x}	81,77	65,00
Varians (s^2)	23,8030	33,1818
Standart deviasi (s)	4,88	5,76

Berdasarkan rumus di atas diperoleh :

$$s = \sqrt{\frac{[22 - 1] 23,8030 + [23 - 1] 33,1818}{22 + 23 - 2}} = 5,34804$$

$$t = \frac{81,77 - 65}{5,34804 \sqrt{\frac{1}{22} + \frac{1}{23}}} = 10,517$$

Pada $\alpha = 5\%$ dengan $dk = 22 + 23 - 2 = 43$ diperoleh $t_{(0,975;43)} = 2,02$



Karena t berada pada daerah penerimaan H_a , maka dapat disimpulkan bahwa kelompok eksperimen lebih baik daripada kelompok kontrol.

UJI PENINGKATAN HASIL BELAJAR KELOMPOK EKSPERIMEN

Hipotesis :

$$H_0 : \mu_2 = \mu_1$$

$$H_a : \mu_2 > \mu_1$$

Uji Hipotesis :

Untuk menguji hipotesis digunakan rumus :

$$t = \frac{\bar{B}}{\frac{s_B}{\sqrt{n}}}$$

Ha diterima jika $t > t_{(1-\alpha)(n-1)}$

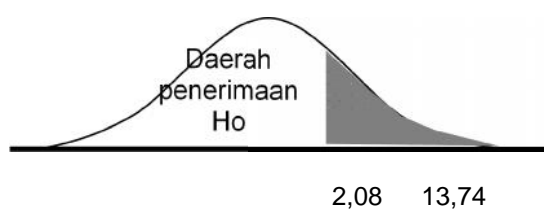
Berdasarkan hasil penelitian diperoleh :

Sumber variasi	Nilai
Jumlah	480,0
n	22,0
B	21,8
Standart deviasi (s)	7,4

$$t = \frac{21,8}{\frac{7,45}{\sqrt{22}}}$$

$$= 13,74$$

Pada $\alpha = 5\%$ dengan $dk = 22-1 = 21$ diperoleh $t_{(0,975)(23)} = 2,08$



Karena t berada pada daerah penolakan H_0 maka dapat disimpulkan ada peningkatan hasil belajar yang signifikan.

UJI PENINGKATAN HASIL BELAJAR KELOMPOK KONTROL

Hipotesis :

$$H_0 : \mu_2 = \mu_1$$

$$H_a : \mu_2 > \mu_1$$

Uji Hipotesis :

Untuk menguji hipotesis digunakan rumus :

$$t = \frac{\bar{B}}{\frac{s_B}{\sqrt{n}}}$$

Ha diterima jika $t > t_{(1-\alpha)(n-1)}$

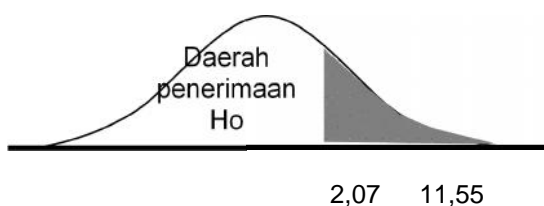
Berdasarkan hasil penelitian diperoleh :

Sumber variasi	Nilai
Jumlah	266
n	23
B	11,6
Standart deviasi (s)	4,8

$$t = \frac{11,6}{\frac{4,8}{\sqrt{23}}}$$

$$= 11,55$$

Pada $\alpha = 5\%$ dengan $dk = 23-1 = 22$ diperoleh $t_{(0,975)(24)} = 2,07$



Karena t berada pada daerah penolakan H_0 maka dapat disimpulkan ada peningkatan hasil belajar yang signifikan.

Lampiran 6. Lembar Uji Instrumen

PENERAPAN ALAT PERAGA POMPA BAHAN BAKAR TIPE *IN-LINE* UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN MATERI SISTEM BAHAN BAKAR MOTOR DIESEL PADA PERKULIAHAN TEKNIK PERAKITAN OTOMOTIF II

Pertanyaan :

1. Jelaskan secara singkat sistem aliran bahan bakar motor diesel pada pompa bahan bakar tipe *In-line*!
2. Sebutkan empat unit pada pompa injeksi tipe *In-line* motor diesel!
3. Unit pompa terdapat komponen yang dinamakan *delivery valve*, apa fungsi *delivery valve* tersebut?
4. Sebutkan komponen yang termasuk dalam mekanisme pengontrol volume injeksi!
5. Jelaskan langkah efektif pada *plunger*!
6. Apa yang dimaksud dengan *governor pneumatic*?
7. Apa fungsi dari *feed pump*?
8. Gejala apa saja yang timbul pada mesin, jika timing injeksi terlalu awal?
9. Jelaskan cara kerja *nozzle holder* (injektor)!
10. Pada *nozzle holder* ada dua tipe pengaturan/penyetelan tekanan pembukaan *nozzle*, sebutkan dan jelaskan cara pengaturannya!

HASIL UJI KELAYAKAN ALAT PERAGA
POMPA BAHAN BAKAR TIPE *IN-LINE* MOTOR DIESEL

No.	Instrumen Kelayakan	Keterangan				
		≤ 50	51-60	61-70	71-80	>80
1.	Menampilkan Komponen					
	a. Pompa Injeksi					
	- <i>Cam shaft</i>					✓
	- <i>Tappet roller</i>					✓
	- <i>Lower spring seat</i>					✓
	- <i>Plunger spring</i>					✓
	- <i>Control sleeve</i>					✓
	- <i>Control rack</i>					✓
	- Elemen pompa (<i>Cylinder dan Plunger</i>)					✓
	- <i>Delivery valve</i>					✓
	- <i>Spring valve</i>					✓
	- Sambungan pipa penyalur.					✓
	b. <i>Governor Pneumatic</i>					
	- <i>Pegas utama</i>					✓
	- <i>Diaphragma</i>					✓
	- <i>Capsule pegas idling</i>					✓
	- <i>Nok</i>					✓
	- <i>Capsule penghenti</i>					✓
	- Tuas penahan					✓
	- <i>Control rack</i>					✓
	c. Timer					
	- Roda gigi pompa injeksi					✓
	- <i>Weight</i>					✓
	- <i>Spring.</i>					✓
	d. Feed Pump					
	- <i>Handle</i>					✓
	- <i>Manual pump cylinder</i>					✓
	- <i>Piston</i>					✓

No.	Instrumen Kelayakan	Keterangan				
		≤ 50	51-60	61-70	71-80	>80
	<p>gerakan <i>camshaft</i>, <i>plunger</i> akan bergerak naik, ketika bagian atas <i>plunger</i> mencapai bagian atas lubang masuk, <i>plunger</i> akan menutup lubang masuk, kemudian memberikan tekanan pada bahan bakar. <i>Plunger</i> bergerak terus naik, bahan bakar bertekanan pada silinder akan menekan <i>delivery valve</i> ke atas kemudian mengalir ke luar melalui pipa injeksi menuju <i>nozzle</i>, ketika bagian atas alur <i>control</i> menyentuh bagian bawah lubang masuk, proses pemompaan bahan bakar berhenti. seiring gerak naiknya <i>plunger</i> semakin jauh, sisa bahan bakar pada silinder akan mengalir kembali melalui lubang di bagian atas <i>plunger</i> dan mengalir ke luar melalui alur <i>control</i> dan lubang masuk ke ruang bahan bakar (<i>fuel chamber</i>).</p> <p>b. Mekanisme Kontrol volume injeksi</p> <p>Penggerak <i>plunger</i> masuk ke dalam celah pada <i>control sleeve</i>. <i>Pinion control</i> terpasang pada bagian atas <i>sleeve</i>. Gerigi dari <i>control rack</i> bertemu dengan <i>pinion control</i>, sehingga ketika <i>control rack</i> bergerak maju mundur, gerakannya akan diteruskan ke <i>pinion control</i>, hal ini akan menyebabkan <i>sleeve control</i> berputar, pada saat yang sama <i>Plunger</i> juga berputar.</p> <p>c. <i>Delivery Valve</i></p> <p>Ruang <i>plunger</i> dan <i>nozzle</i> secara konstan saling terbuka, waktu jeda antara elemen pompa mulai memompa bahan bakar hingga <i>nozzle</i> menyemprotkan bahan bakar akan meningkat, kemudian mempengaruhi <i>nozzle</i> dalam menghentikan semprotan saat injeksi bahan bakar selesai. Pasokan bahan bakar selesai, pegas katup <i>delivery</i> akan menekan katup ke bawah, menyebabkan katup bersentuhan dengan rumah pompa, kemudian pipa injeksi akan tertutup dari sisi <i>plunger</i>. Katup bergerak lebih jauh ke bawah hingga kerucut katup bersentuhan</p>				✓	
						✓


No.	Instrumen Kelayakan	Keterangan				
		≤ 50	51-60	61-70	71-80	>80
	<p>dengan rumah katup. Volume pipa baja meningkat sesuai dengan pergerakan katup ke bawah, hal ini menyebabkan tekanan pada pipa baja berkurang dan <i>nozzle</i> menghentikan injeksi bahan bakar, sehingga mencegah <i>nozzle</i> meneteskan bahan bakar.</p> <p>d. <i>Governor Pneumatic</i></p> <p><i>governor pneumatic</i> terdiri dari venturi dan <i>governor</i>. <i>Governor</i> terbagi menjadi dua bagian ruang yaitu ruang atmosferik dan ruang vakum, ruang atmosferik terbuka di atmosfer atau terhubung dengan rumah pembersih udara, dan ruang vakum terhubung dengan lubang <i>oulet</i> vakum pada venturi. Ruang vakum terdiri dari <i>spring</i> utama, yang menekan <i>control rack</i> ke penambahan bahan bakar, melalui <i>diaphragma</i>. Tekanan vakum yang terbentuk pada venturi ditentukan oleh bukaan <i>throttle valve</i> dan kecepatan mesin, posisi <i>control rack</i> ditentukan oleh lokasi dimana tekanan vakum dan tekanan <i>spring</i> seimbang.</p> <p>e. <i>Timer</i></p> <p>Putaran mesin bertambah, maka gaya sentrifugal bertambah, menyebabkan bobot sentrifugal (<i>weight</i>) bergerak ke arah luar. Hal ini menyebabkan pengurangan jarak antara journal-journal, yang mengakibatkan majunya saat injeksi.</p> <p>f. <i>Feed Pump</i></p> <p>Pompa dasar manual untuk membuang udara yang bercampur dengan bahan bakar dipasang pada <i>housing pump supply</i>, <i>valve suction</i> yang terletak di bawah pompa dasar ditekan oleh <i>spring</i>, kemudian piston pada bagian tengah <i>housing</i> ditekan oleh <i>spring</i> piston. <i>Blind plug</i> menahan <i>spring</i> piston pada posisinya, <i>Pushrod</i> yang posisinya berlawanan dengan <i>blind plug</i></p>				✓	✓

No.	Instrumen Kelayakan	Keterangan				
		≤ 50	51-60	61-70	71-80	>80
	<p>menekan piston dan <i>valve</i> pelepasan menekan <i>pushrod</i> pada posisinya, untuk bahan bakar masuk melalui <i>suction valve</i> kemudian keluar melalui <i>discharge valve</i>.</p> <p>g. Injektor</p> <p>Bahan bakar dialirkan oleh pompa injeksi, melalui pipa penghubung, melewati lubang masuk bahan bakar (pada badan <i>holder</i>), menuju ke ruang bertekanan di <i>nozzle body</i>. Bahan bakar tersebut kemudian menekan <i>nozzle valve</i> ke atas dan disemprotkan melewati lubang <i>spray</i>, supaya <i>nozzle</i> dapat menjaga tekanan pada bahan bakar maka semua sambungan tidak boleh bocor.</p>					✓

Keterangan :

- Nilai ≤ 50 = sangat kurang
- Nilai 51- 60 = kurang
- Nilai 61-70 = cukup
- Nilai 71- 80 = baik
- Nilai > 80 = sangat baik

Semarang, 22 Juni 2011
Ahli Sistem bahan bakar
motor diesel,



Drs. Ramelan, M.T.
NIP. 195009151976031002

HASIL UJI KELAYAKAN ALAT PERAGA
POMPA BAHAN BAKAR TIPE *IN-LINE* MOTOR DIESEL

No.	Instrumen Kelayakan	Keterangan				
		≤ 50	51-60	61-70	71-80	>80
1.	Menampilkan Komponen					
	a. Pompa Injeksi					85
	- <i>Cam shaft</i>					85
	- <i>Tappet roller</i>					85
	- <i>Lower spring seat</i>					85
	- <i>Plunger spring</i>					85
	- <i>Control sleeve</i>					85
	- <i>Control rack</i>					90
	- <i>Pump element (Cylinder dan Plunger)</i>				80	
	- <i>Delevery valve</i>				80	
	- <i>Spring valve</i>					85
	- Sambungan pipa penyalur.					85
	b. <i>Governor Pneumatic</i>					85
	- <i>Pegas utama</i>					90
	- <i>Diafragma</i>					85
	- <i>Capsule pegas idling</i>					90
	- <i>Nok</i>					90
	- <i>Capsule penghenti</i>					90
	- <i>Tuas penahan</i>					90
	- <i>Control rack</i>				80	
	c. <i>Timer</i>					
	- <i>Roda gigi pompa onjeksi</i>					90
	- <i>Weight</i>					90
	- <i>Spring.</i>					90
	d. <i>Feed Pump</i>					
	- <i>Handle</i>					90
	- <i>Manual pump cylinder</i>					80
	- <i>Piston</i>				80	

No.	Instrumen Kelayakan	Keterangan				
		≤ 50	51-60	61-70	71-80	>80
	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Spring</i> - <i>Suction valve</i> - <i>Blind plug</i> - <i>Pump piston</i> - <i>Piston spring</i> - <i>Pushrod</i> - <i>Tappet roller</i> - <i>Discharge valve.</i> <p>e. <i>Nozzle dan Nozzle Holder</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Overflow nipple</i> - <i>Adjusting screw</i> - <i>Pressure spring</i> - <i>Pressure pin</i> - <i>Nozzle body</i> - <i>Nozzle.</i> 					85 85 85 85 85 85 85 90 90 90 90 90 90
2.	<p>Sistem Aliran Bahan Bakar</p> <p>Mulai dari <i>feed pump</i> menuju pompa injeksi, di dalam pompa injeksi yaitu elemen pompa dalam keadaan bertekanan karena pengaruh gerakan <i>plunger</i>, kemudian melewati <i>delivery valve</i> dialirkan menuju <i>nozzle holder</i> (injektor) melalui pipa bertekanan, karena pengaruh tekanan dari elemen pompa, maka <i>nozzle</i> di dalam injektor membuka (terdorong) yang akhirnya menuju ruang bakar. Injektor di dalamnya terdapat saluran pengembali, yang berfungsi sebagai saluran menuju <i>feed pump</i> melalui <i>overflow pipe</i>.</p>					90
3.	<p>Mekanisme Kerja</p> <p>a. Unit Pompa</p> <p><i>Camshaft</i> berputar mendorong <i>tappet roller</i> yang mendorong <i>plunger</i>, karena pengaruh tonjolan <i>cam</i> maka gerakan <i>plunger</i> menjadi naik turun, pada titik mati bawah <i>plunger</i> bahan bakar mengalir menuju silinder melalui lubang masuk dari ruang bahan bakar. Seiring</p>					90

No.	Instrumen Kelayakan	Keterangan				
		≤ 50	51-60	61-70	71-80	>80
	<p>gerakan <i>camshaft</i>, <i>plunger</i> akan bergerak naik, ketika bagian atas <i>plunger</i> mencapai bagian atas lubang masuk, <i>plunger</i> akan menutup lubang masuk, kemudian memberikan tekanan pada bahan bakar. <i>Plunger</i> bergerak terus naik, bahan bakar bertekanan pada silinder akan menekan <i>delivery valve</i> ke atas kemudian mengalir ke luar melalui pipa injeksi menuju <i>nozzle</i>, ketika bagian atas alur <i>control</i> menyentuh bagian bawah lubang masuk, proses pemompaan bahan bakar berhenti. seiring gerak naiknya <i>plunger</i> semakin jauh, sisa bahan bakar pada silinder akan mengalir kembali melalui lubang di bagian atas <i>plunger</i> dan mengalir ke luar melalui alur <i>control</i> dan lubang masuk ke ruang bahan bakar.</p> <p>b. Mekanisme Kontrol volume injeksi</p> <p>Penggerak <i>plunger</i> masuk ke dalam celah pada <i>control sleeve</i>. <i>Pinion control</i> terpasang pada bagian atas <i>sleeve</i>. Gerigi dari <i>control rack</i> bertemu dengan <i>pinion control</i>, sehingga ketika <i>control rack</i> bergerak maju mundur, gerakannya akan diteruskan ke <i>pinion control</i>, hal ini akan menyebabkan <i>sleeve control</i> berputar, pada saat yang sama <i>Plunger</i> juga berputar.</p> <p>c. <i>Delivery Valve</i></p> <p>Ruang <i>plunger</i> dan <i>nozzle</i> secara konstan saling terbuka, waktu jeda antara elemen pompa mulai memompa bahan bakar hingga <i>nozzle</i> menyembrotkan bahan bakar akan meningkat, kemudian mempengaruhi <i>nozzle</i> dalam menghentikan semprotan saat injeksi bahan bakar selesai. Pasokan bahan bakar selesai, pegas katup <i>delivery</i> akan menekan katup ke bawah, menyebabkan katup bersentuhan dengan rumah pompa, kemudian pipa injeksi akan tertutup dari sisi <i>plunger</i>. Katup bergerak lebih jauh ke bawah hingga kerucut katup bersentuhan</p>					<p>85</p> <p>90</p>

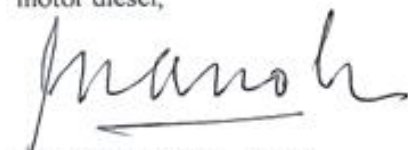
No.	Instrumen Kelayakan	Keterangan				
		≤ 50	51-60	61-70	71-80	>80
	<p>dengan rumah katup. Volume pipa baja meningkat sesuai dengan pergerakan katup ke bawah, hal ini menyebabkan tekanan pada pipa baja berkurang dan memperbaiki kemampuan <i>nozzle</i> dalam menghentikan injeksi bahan bakar, sehingga mencegah <i>nozzle</i> meneteskan bahan bakar.</p> <p>d. <i>Governor Pneumatic</i></p> <p><i>governor pneumatic</i> terdiri dari venturi dan <i>governor</i>. <i>Governor</i> terbagi menjadi dua bagian ruang yaitu ruang atmosferik dan ruang vakum, ruang atmosferik terbuka di atmosfer atau terhubung dengan rumah pembersih udara, dan ruang vakum terhubung dengan lubang <i>oulet</i> vakum pada venturi. Ruang vakum terdiri dari <i>spring</i> utama, yang menekan <i>control rack</i> ke penambahan bahan bakar, melalui diafragma. Tekanan vakum yang terbentuk pada venturi ditentukan oleh bukaan <i>throttle valve</i> dan kecepatan mesin, posisi <i>control rack</i> ditentukan oleh lokasi dimana tekanan vakum dan tekanan <i>spring</i> seimbang.</p> <p>e. <i>Timer</i></p> <p>Putaran mesin bertambah, maka gaya sentrifugal bertambah, menyebabkan bobot sentrifugal (<i>weight</i>) bergerak ke arah luar. Hal ini menyebabkan pengurangan jarak antara <i>journal-journal</i>, yang mengakibatkan majunya saat injeksi.</p> <p>f. <i>Feed Pump</i></p> <p>Pompa dasar manual untuk membleading dipasang pada <i>housing pump supply</i>, <i>valve suction</i> yang terletak di bawah pompa dasar ditekan oleh <i>spring</i>, kemudian piston pada bagian tengah <i>housing</i> ditekan oleh <i>spring</i> piston. <i>Blind plug</i> menahan <i>spring</i> piston pada posisinya, <i>Pushrod</i> yang posisinya berlawanan dengan <i>blind plug</i></p>					90
						85
						90

No.	Instrumen Kelayakan	Keterangan				
		≤ 50	51-60	61-70	71-80	>80
	<p>menekan piston dan <i>valve</i> pelepasan menekan <i>pushrod</i> pada posisinya, untuk bahan bakar masuk melalui <i>suction valve</i> kemudian keluar melalui <i>discharge valve</i>.</p> <p>g. Injektor</p> <p>Bahan bakar dialirkan oleh pompa injeksi, melalui pipa penghubung, melewati lubang masuk bahan bakar (pada badan <i>holder</i>), menuju ke ruang bertekanan di <i>nozzle body</i>. Bahan bakar tersebut kemudian menekan <i>nozzle valve</i> ke atas dan disemprotkan melewati lubang <i>spray</i>, supaya <i>nozzle</i> dapat menjaga tekanan pada bahan bakar maka semua sambungan tidak boleh bocor.</p>					90

Keterangan :

- Nilai ≤ 50 = sangat kurang
- Nilai 51- 60 = kurang
- Nilai 61-70 = cukup
- Nilai 71- 80 = baik
- Nilai > 80 = sangat baik

Semarang, 22 Juni 2011
Ahli Sistem bahan bakar
motor diesel,



Drs. Winarno D.R., M. Pd.
NIP. 19800319 2005011001

Lampiran 8. Dokumentasi Alat Peraga dan Penelitian

a. Alat yang digunakan



Bor Tangan



Mesin Gerinda



Gergaji



Alat-alat Tangan

b. Alat peraga pompa bahan bakar tipe *In-line* motor diesel



Alat Peraga Pompa Bahan Bakar Tipe *In-line* Motor Diesel

c. Dokumentasi Penelitian



Tes Kemampuan Awal (*Pre Test*)



Pembelajaran pada Kelompok Kontrol



Pembelajaran pada Kelompok Eksperimen



Tes Kemampuan Akhir (*Post Test*)



UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS TEKNIK

Gedung E1 Kampus Sekaran Gunungpati Telp/Fax (024) 8508101 – 8508009
Website : ft.unnes.ac.id Semarang – 50229

KEPUTUSAN
DEKAN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
Nomor : 261 /FT – UNNES/2010
Tentang

PENETAPAN DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI SEMESTER GENAP
TAHUN AKADEMIK 2009/2010

- Menimbang** : Bahwa untuk memperlancar mahasiswa Jurusan Teknik Mesin/Prodi Pendidikan Teknik Mesin S1 Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang membuat Skripsi, maka perlu menetapkan Dosen-dosen Jurusan Teknik Mesin/Prodi Pendidikan Teknik Mesin S1 Fakultas Teknik UNNES untuk menjadi pembimbing.
- Mengingat** :
1. 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);
 2. SK. Rektor UNNES No. 164/O/2004 tentang Pedoman penyusunan Skripsi/Tugas Akhir Mahasiswa Strata Satu (S1) UNNES;
 3. SK Rektor UNNES No. 162/O/2004 tentang penyelenggaraan Pendidikan UNNES;
 4. SK Rektor Universitas Negeri Semarang Nomor. 123/P/2007, tanggal 24 Oktober 2007 tentang Pengangkatan Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
- Memperhatikan** : Usul Ketua Jurusan Teknik Mesin/Prodi Pendidikan Teknik Mesin S1 Tanggal. 21 Juni 2010

MEMUTUSKAN

- Menetapkan** :
PERTAMA : Menunjuk dan menugaskan kepada :

1. Nama : Drs. Winarno D.R., M.Pd.
NIP : 195210021981031001
Pangkat/Golongan : Pembina, IV/a
Jabatan Akademik : Lektor Kepala
Sebagai Pembimbing I
3. Nama : Danang Dwi S, S.T., M.T.
NIP : 197811052005011001
Pangkat/Golongan : Penata, III/c
Jabatan : Lektor
Sebagai Pembimbing II

Untuk membimbing mahasiswa penyusun Skripsi :

- | | |
|-------|--|
| Nama | : Nur Cholidin |
| NIM | : 5201406516 |
| Prodi | : Pendidikan Teknik Mesin S1 |
| Judul | : Penerapan Peraga Pompa Bahan Bakar Tipe In Line Untuk Meningkatkan Pemahaman Materi Sistem Bahan Bakar Motor Diesel Pada Perkuliahan Perakitan Oto II. |

- KEDUA** : Keputusan ini mulai berlaku sejak tanggal ditetapkan.

BITETAPKAN DI : SEMARANG
PADA TANGGAL : 22 Juni 2010
DEKAN

Dr. Abdul Wahman, M.Pd.
UNNES 10020031985031002

- Tembusan**
1. Pembantu Dekan Bidang Akademik
 2. Ketua Jurusan TM
 3. Dosen Pembimbing
 4. Peringgal



KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS TEKNIK

Gedung E1, Kampus Sekaran, Gunungpati Telp.Fax: 024-8508101-8508009
Laman: <http://ft.unnes.ac.id>; E-mail: ft@unnes.ac.id - 50229

No : 1212-A/UN37.1.5/PP/2011
Lamp : -
Hal : Ijin Penelitian

Kepada Yth:

Ketua Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknik Unnes
di Semarang

Dengan hormat,

Bersama ini, kami mohon ijin pelaksanaan penelitian untuk penyusunan Skripsi/Tugas Akhir oleh mahasiswa sebagai berikut:

Nama : Nur Cholidin
NIM : 5201406516
Prodi : Pend. Teknik Mesin S1
Judul : Penerapan Alat Peraga Pompa Bahan Bakar Tipe In-Line Untuk Meningkatkan Pemahaman Materi Sistem Bahan Bakar Motor Diesel Pada Perkuliahan Perakitan Otomotif II

Atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.

Semarang, 23 Mei 2011
A.n. Dekan
Pembantu Dekan Bidang Akademik



Suprpto
Drs. Suprpto, M.Pd.
NIP. 195508091982031002

SURAT KETERANGAN
UJI VALIDITAS INSTRUMEN PENELITIAN

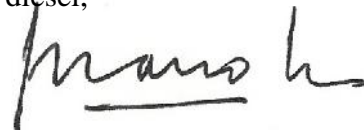
Yang bertanda tangan dibawah ini adalah :

Dosen yang ahli sistem bahan bakar motor diesel, menyatakan bahwa mahasiswa yang sedang melakukan penelitian :

Nama : Nur Cholidin
NIM : 5201406516
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin

dengan ini menyatakan bahwa **instrument penelitian** yang telah dibuat oleh mahasiswa tersebut **layak/ valid** untuk digunakan sebagai alat pengambilan data penelitian pada pembelajaran Mata Kuliah teknik perakitan otomotif II kompetensi sistem bahan bakar motor diesel Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang. Uji kelayakan ini berdasarkan kesesuaian dengan materi yang telah disampaikan serta pengarahan dan perbaikan yang telah dilakukan.

Semarang, 24 Juni 2011
Ahli Sistem bahan bakar motor
diesel,



Drs. Winarno D. R, M. Pd.
NIP. 19800319 2005011001

Validasi Soal dan Kunci Jawaban Alat Ukur**Soal :**

- 1) Jelaskan secara singkat sistem aliran bahan bakar motor diesel pada pompa bahan bakar tipe *In-line*!
- 2) Sebutkan empat unit pada pompa injeksi tipe *In-line* motor diesel!
- 3) Unit pompa terdapat komponen yang dinamakan *delivery valve*, apa fungsi *delivery valve* tersebut?
- 4) Sebutkan komponen yang termasuk dalam mekanisme pengontrol volume injeksi!
- 5) Jelaskan langkah efektif pada *plunger*!
- 6) Apa yang dimaksud dengan *governor pneumatic*?
- 7) Apa fungsi dari *feed pump*?
- 8) Gejala apa saja yang timbul pada mesin, jika *timing* injeksi terlalu awal?
- 9) Jelaskan mekanisme kerja *nozzle holder* (injektor)!
- 10) Pada *nozzle holder* ada dua tipe pengaturan/penyetelan tekanan pembukaan *nozzle*, sebutkan dan jelaskan cara pengaturannya!

Disetujui untuk diujicobakan,

Semarang, 24 Juni 2011

Ahli Sistem bahan bakar motor
diesel,



Drs. Winarno D. R., M. Pd.
NIP. 19800319 2005011001

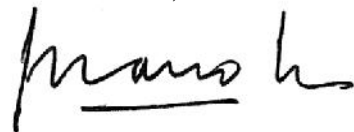
Kunci Jawaban:

1. Sistem aliran bahan bakar pada pompa injeksi *In-line* adalah
 - a. Mulai dari *feed pump* menuju pompa injeksi, di dalam pompa injeksi yaitu elemen pompa dalam keadaan bertekanan karena pengaruh gerakan *plunger*, kemudian melewati *delivery valve* dialirkan menuju *nozzle holder* (injektor) melalui pipa bertekanan, karena pengaruh tekanan dari elemen pompa, maka *nozzle* di dalam injektor membuka (terdorong) yang akhirnya menuju ruang bakar.
 - b. Untuk mencegah aliran kelebihan tekanan, di dalam Injektor terdapat saluran pengembali, yang berfungsi sebagai saluran menuju *feed pump* melalui *overflow pipe*
2. Empat unit pada pompa injeksi *In-line* adalah :
 - a. Unit pompa
 - b. Unit *governor*
 - c. Unit *feed pump*
 - d. Unit *timer*
3. Fungsi *delivery valve* adalah mencegah aliran balik ke pompa dan menarik balik atau menghisap bahan bakar dari ruang injektor setelah penyemprotan.
4. Yang termasuk Komponen di dalam mekanisme pengontrol volume adalah
 - a. *Cylinder (fixed to the housing)*
 - b. *Plunger*
 - c. *Control rack*
 - d. *Control pinion*
 - e. *Control sleeve*
 - f. *Driving vane*
5. Langkah efektif adalah saat *plunger* mulai memompa (dimulai dari tertutupnya lubang masuk oleh *plunger*) sampai *control groove* bertemu dengan lubang masuk (pemompaan berhenti)
6. *Governor pneumatic* adalah governor yang bekerja karena tekanan vakum yang terbentuk di venturi, venturi terletak di intake manifold. Bagian governor terdapat dua ruang : ruang atmosferik dan ruang vakum, ruang vakum terhubung dengan lubang *outlet* vakum pada venturi. Ruang vakum terdiri dari spring utama yang menekan *rack control* ke “penambahan bahan bakar”, melalui diafragma.
7. *Feed pump* berfungsi untuk mengisap bahan bakar dari tangki dan menekan bakar melalui saringan bahan bakar ke ruang pompa injeksi

8. Timing injeksi *terlalu* awal menimbulkan gejala sebagai berikut:
 - a. Ketukan diesel yang keras
 - b. Asap hitam
 - c. Berkurangnya tenaga mesin
9. Mekanisme kerja *nozzle holder* (injektor)
 - a. Bahan bakar dari pompa akan mengalir melalui pipa penghubung, melalui lubang masuk bahan bakar (pada badan *holder*), menuju ke ruang bertekanan di *nozzle body*. Kemudian bahan bakar yang bertekanan tersebut menekan *valve* ke atas dan menyemprotkannya melalui lubang *spray*.
 - b. Sebagian dari bahan bakar yang dipasok oleh pompa injeksi melumasi permukaan yang bergesekan dari *body nozzle* dan *valve nozzle*. Kemudian, bahan bakar memasuki ruang spring, melewati lintasan di *holder* dan kembali ke tangki bahan bakar.
10. Pengaturan tekanan pembukaan *nozzle* :
 - a. Tipe mur pengatur, yaitu pengaturan menggunakan mur pengatur
 - b. Tipe shim (plat tipis) pengatur, yaitu pengaturan dilakukan dengan mengganti shim dengan yang ketebalannya berbeda.

Semarang, 25 Juni 2011

Ahli Sistem bahan bakar
motor diesel,



Drs. Winarno D. R, M. Pd.
NIP. 19800319 2005011001

UJI KELAYAKAN
ALAT PERAGA POMPA BAHAN BAHAN BAKAR TIPE *IN-LINE*
MOTOR DIESEL

Telah dilakukannya pengujian alat peraga oleh ahli system bahan bakar motor diesel, Drs. Ramelam, M.T. pada:

Hari : Rabu

Tanggal : 22 Juni 2011

Tempat : Lab. Otomotif E9 Lt. 1

dengan ini menyatakan bahwa Alat Peraga **Pompa Bahan Bakar Tipe *In-line* motor Diesel** layak untuk digunakan sebagai media pembelajaran pada mata kuliah Teknik perakitan otomotif II Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang.

Semarang, 22 Juni 2011
Ahli Sistem bahan bakar
motor diesel,



Drs. Ramelam, M.T.
NIP. 195009151976031002

UJI KELAYAKAN
ALAT PERAGA POMPA BAHAN BAHAN BAKAR TIPE *IN-LINE*
MOTOR DIESEL

Telah dilakukannya pengujian alat peraga oleh ahli sistem bahan bakar motor diesel, Drs. Winarno D. R, M. Pd. pada:

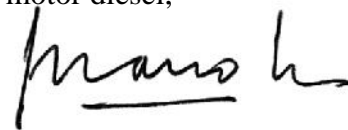
Hari : Rabu

Tanggal : 22 Juni 2011

Tempat : Lab Otomotif E9 Lt. 1

dengan ini menyatakan bahwa Alat Peraga **Pompa Bahan Bakar Tipe *In-line* motor Diesel** layak untuk digunakan sebagai media pembelajaran pada mata kuliah Perakitan otomotif II Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang.

Semarang, 22 Juni 2011
Ahli Sistem bahan bakar
motor diesel,



Drs. Winarno D.R, M. Pd.
NIP. 19800319 2005011001

SURAT KETERANGAN

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa dibawah ini:

Nama : Nur Cholidin

NIM : 5201406516

Jurusan : Teknik Mesin

Prodi : Pendidikan Teknik Mesin

telah benar-benar melakukan penelitian skripsi dengan judul “Penerapan alat peraga pompa bahan bakar tipe *In-line* untuk meningkatkan pemahaman materi system bahan bakar motor diesel pada perkuliahan teknik perakitan otomotif II” semester genap tahun ajaran 2010/2011 pada bulan juni 2011 dengan dosen pengampu Drs. Winarno D. R, M. Pd.

Demikian surat keterangan ini untuk bisa digunakan seperlunya.

Semarang, 5 Juli 2011

Dosen Pengampu,



Drs. Winarno D.R, M. Pd.

NIP. 195210021981031001

PERNYATAAN SELESAI BIMBINGAN

Yang bertanda tangan di bawah ini pembimbing skripsi dari mahasiswa:

Nama : Nur Cholidin

NIM : 5201406516

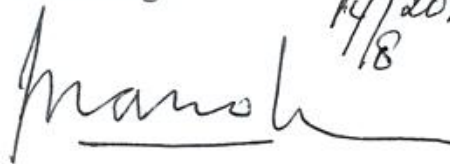
Prodi : Pendidikan Teknik Mesin S1

Menyatakan bahwa mahasiswa tersebut telah selesai bimbingan skripsinya yang berjudul : "Penerapan alat peraga pompa bahan bakar tipe *In-line* untuk meningkatkan pemahaman materi system bahan bakar motor diesel pada perkuliahan perakitan otomotif II" dan skripsi tersebut siap untuk diujikan.

Demikian semoga menjadi periksa.

Semarang,

Pembimbing I

 14/2013
18

Drs. Winarno D.R., M.Pd.
NIP. 19521002 198103 1 001

Pembimbing II 15/2-013



Danang Dwi S. ST., MT.
NIP. 19781105 200501 1 001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. M. Khumaedi
NIP. 19620913 199102 1 001

Lampiran 10.

SILABUS

Jurusan : Teknik Mesin
 Program studi : Pendidikan Teknik Mesin S1
 Mata Kuliah : Perakitan Otomotif II
 Semester/SKS : VI/2

Standar Kompetensi : 1. Melakukan perakitan motor bensin multi silinder sesuai dengan prosedur operasional standar (POS).
 2. Melakukan perakitan motor disel multi silinder sesuai dengan prosedur operasional standar (POS).

Kompetensi Dasar : 1.1 Melakukan pembongkaran motor bensin multi silinder
 1.2 Melakukan pemeriksaan komponen-komponen motor bensin multi silinder
 1.3 Melakukan perakitan kembali komponen-komponen motor bensin multi silinder.
 2.1 Melakukan pembongkaran motor disel multi silinder
 2.2 Melakukan pemeriksaan komponen-komponen motor disel multi silinder
 2.3 Melakukan perakitan kembali komponen-komponen motor disel multi silinder.

Alokasi Waktu : 16 x 100 Menit

Materi Pokok/ Pembelajaran	Kegiatan Pembelajaran	Indikator	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar
1. Membongkar, memeriksa, dan merakit motor bensin multi silinder sesuai POS	a. Membongkar, memeriksa, dan merakit silinder head motor bensin	1) Membongkar komponen pada silinder head motor bensin sesuai POS 2) Melakukan pemeriksaan komponen silinder head menggunakan alat ukur/pengamatan 3) Menentukan rekomendasi kelayakan kondisi komponen pada silinder head 4) Melakukan perakitan kembali komponen pada silinder head 5) Mengukur volume ruang bakar	<ul style="list-style-type: none"> Pengamatan sikap kerja Hasil perakitan Laporan hasil praktek Uji kompetensi 	2 x 100 menit	<ul style="list-style-type: none"> Motor bensin 4 silinder Job sheet Manual Book Alat: Kunci-kunci, SST. Alat ukur: cylinder bore gage, micrometer, feeler gage, gelas ukur, spring tester, compression tester.
	b. Membongkar, memeriksa, dan merakit torak dan batang torak motor bensin	1) Membongkar torak dan batang torak sesuai POS 2) Melakukan pemeriksaan	<ul style="list-style-type: none"> Pengamatan sikap kerja Hasil perakitan 	2 x 100 menit	<ul style="list-style-type: none"> Motor bensin 4 silinder Job sheet Manual Book Alat: kunci-kunci,

Materi Pokok/ Pembelajaran	Kegiatan Pembelajaran	Indikator	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar
	engkol motor bensin	2) Melakukan pemeriksaan komponen torak, batang torak, poros engkol menggunakan alat ukur / pengamatan 3) Menentukan rekomendasi kelayakan kondisi komponen torak dan batang torak 4) Melakukan perakitan kembali komponen-komponen torak dan batang torak. 5) Mengukur volume langkah 6) Menghitung perbandingan kompresi	<ul style="list-style-type: none"> Laporan hasil praktek 		kunci-kunci, SST, cylinder bore gage, <ul style="list-style-type: none"> Alat ukur : micrometer, feeler gage.
	c. Membongkar, memeriksa, dan merakit komponen poros engkol, kopling, dan transmisi motor bensin	1) Melakukan pembongkaran poros engkol 2) Melakukan pemeriksaan poros engkol 3) Melakukan pembongkaran kopling dan transmisi 4) Melakukan pemeriksaan kopling dan transmisi	<ul style="list-style-type: none"> Pengamatan sikap kerja Hasil perakitan Laporan hasil praktek 	2 x100 menit	
	d. Perakitan kembali komponen utama motor bensin	1) Merakit kembali torak, batang torak, poros engkol, transmisi, silinder head 2) Menghidupkan motor bensin		2x100 menit	<ul style="list-style-type: none"> Motor disel 4 silinder Job sheet Manual Book Alat: Kunci-kunci, SST. Alat ukur: cylinder bore gage, micrometer, feeler gage, gelas ukur, spring tester, compression tester.
	e. Mempelajari kerja sistem bahan bakar motor bensin	1) Membongkar karburator 2) Melakukan pemeriksaan pada karburator	<ul style="list-style-type: none"> Pengamatan sikap kerja Hasil perakitan Laporan hasil 	1x100 menit	

Materi Pokok/ Pembelajaran	Kegiatan Pembelajaran	Indikator	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar
2. Membongkar, memeriksa, dan merakit motor disel mulai silinder sesuai POS	a. Membongkar, memeriksa, dan merakit silinder head motor disel	3) Menjelaskan prinsip kerja sistem-sistem pada karburator 4) Merakit karburator 1) Membongkar komponen pada silinder head motor disel sesuai POS 2) Melakukan pemeriksaan komponen silinder head menggunakan alat ukur/ pengamatan 3) Menentukan rekomendasi kelayakan kondisi komponen pada silinder head 4) Melakukan perakitan kembali komponen pada silinder head 5) Mengukur volume ruang bakar	praktek	2x50 menit	
	a. Membongkar, memeriksa, dan merakit torak dan batang torak motor disel	1) Membongkar torak dan batang torak sesuai POS 2) Melakukan pemeriksaan komponen torak dan batang torak menggunakan alat ukur / pengamatan 3) Mengukur volume langkah 4) Menghitung perbandingan kompresi 5) Menentukan rekomendasi kelayakan kondisi komponen torak dan batang torak 6) Melakukan perakitan kembali komponen-komponen torak dan batang torak.		2x100 menit	

Materi Pokok/ Pembelajaran	Kegiatan Pembelajaran	Indikator	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar
1. Membongkar, memeriksa, dan merakit sistem bahan bakar	b. Membongkar, memeriksa, dan merakit timing gear	1) Membongkar timing gear 2) Memeriksa kondisi timing gear 3) Merakit timing gear		2x100 menit	
	c. Membongkar, memeriksa, merakit poros engkol	1) Melakukan pembongkaran poros engkol 2) Melakukan pemeriksaan poros engkol 3) Merakit poros engkol		2 x100 menit	
	d. Merakit kembali komponen utama motor disel	1) Merakit kembali torak, batang torak, poros engkol, silinder head 2) Menghidupkan motor bensin		2x100 menit	
	e. Mempelajari kerja sistem bahan bakar disel	1) Membongkar pompa bahan bakar motor disel 2) Melakukan pemeriksaan pada pompa bahan bakar 3) Menjelaskan prinsip kerja pompa bahan bakar 4) Merakit pompa bahan bakar 5) Membongkar pengabut 6) Merakit pengabut 7) Mengetes kerja pengabut 8) Menjelaskan cara kerja governor		2x100 menit	

Materi Pokok/ Pembelajaran	Kegiatan Pembelajaran	Indikator	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar
2. Tune up motor bensin	Tune motor motor bensin /sepeda motor sesuai POS	Melakukan tune up motor bensin		1x100 menit	
3. Ujian	Ujian praktek	Merakit sistem pengapian motor bensin Merakit timing gear motor disel Tune up motor bensin	Uji kompetensi	100 menit	

Lampiran 11. Tabel Pengujian

a. Tabel Uji Validitas dan Reliabilitas

Tabel Harga Kritik dari r Product-Moment

N (1)	Interval Kepercayaan		N (1)	Interval Kepercayaan		N (1)	Interval Kepercayaan	
	95% (2)	99% (3)		95% (2)	99% (3)		95% (2)	99% (3)
3	0,997	0,999	26	0,388	0,4906	55	0,266	0,345
4	0,950	0,990	27	0,381	0,487	60	0,254	0,330
5	0,878	0,959	28	0,374	0,478	65	0,244	0,317
6	0,811	0,917	29	0,367	0,470	70	0,235	0,306
7	0,754	0,874	30	0,361	0,463	75	0,227	0,296
8	0,707	0,874	31	0,355	0,456	80	0,220	0,286
9	0,666	0,798	32	0,349	0,449	85	0,213	0,278
10	0,632	0,765	33	0,344	0,442	90	0,207	0,270
11	0,602	0,735	34	0,339	0,436	95	0,202	0,263
12	0,576	0,708	35	0,334	0,430	100	0,195	0,256
13	0,553	0,684	36	0,329	0,424	125	0,176	0,230
14	0,532	0,661	37	0,325	0,418	150	0,159	0,210
15	0,514	0,641	38	0,320	0,413	175	0,148	0,194
16	0,497	0,623	39	0,316	0,408	200	0,138	0,181
17	0,482	0,606	40	0,312	0,403	300	0,113	0,148
18	0,468	0,590	41	0,308	0,396	400	0,098	0,128
19	0,456	0,575	42	0,304	0,393	500	0,088	0,115
20	0,444	0,561	43	0,301	0,389	600	0,080	0,105
21	0,433	0,549	44	0,297	0,384	700	0,074	0,097
22	0,423	0,537	45	0,294	0,380	800	0,070	0,091
23	0,413	0,526	46	0,291	0,276	900	0,065	0,086
24	0,404	0,515	47	0,288	0,372	1000	0,062	0,081
25	0,396	0,505	48	0,284	0,368			
			49	0,281	0,364			
			50	0,297	0,361			

N = Jumlah pasangan yang digunakan untuk menghitung r .

b. Tabel Uji Normalitas

**TABEL
NILAI-NILAI CHI KUADRAT**

dk	Tarf signifikansi					
	50%	30%	20%	10%	5%,	1%
1	0,455	1,074	1,642	2,706	3,841	6,635
2	1,386	2,408	3,219	4,605	5,991	9,210
3	2,366	3,665	4,642	6,251	7,815	11,341
4	3,357	4,878	5,989	7,779	9,488	13,277
5	4,351	6,064	7,289	9,236	11,070	15,086
6	5,348	7,231	8,558	10,645	12,592	16,812
7	6,346	8,383	9,803	12,017	14,067	18,475
8	7,344	9,524	11,030	13,362	15,507	20,090
9	8,343	10,656	12,242	14,684	16,919	21,666
10	9,342	11,781	13,442	15,987	18,307	23,209
11	10,341	12,899	14,631	17,275	19,675	24,725
12	11,340	14,011	15,812	18,549	21,026	26,217
13	12,340	15,119	16,985	19,812	22,362	27,688
14	13,339	16,222	18,151	21,064	23,685	29,141
15	14,339	17,322	19,311	22,307	24,996	30,578
16	15,338	18,418	20,465	23,542	26,296	32,000
17	16,338	19,511	21,615	24,769	27,587	33,409
18	17,338	20,601	22,760	25,989	28,869	34,805
19	18,338	21,689	23,900	27,204	30,144	36,191
20	19,337	22,775	25,038	28,412	31,410	37,566
21	20,337	23,858	26,171	29,615	32,671	38,932
22	21,337	24,939	27,301	30,813	33,924	40,289
23	22,337	26,018	28,429	32,007	35,172	41,638
24	23,337	27,096	29,553	33,196	35,415	42,980
25	24,337	28,172	30,675	34,382	37,652	44,314
26	25,336	29,246	31,795	35,563	38,885	45,642
27	26,336	30,319	32,912	36,741	40,113	46,963
28	27,336	31,391	34,027	37,916	41,337	48,278
29	28,336	32,461	35,139	39,087	42,557	49,588
30	29,336	33,530	36,250	40,256	43,773	50,892

c. Tabel Uji Homogen

F distribution critical value landmarks

		Degrees of freedom in numerator (df1)											
		1	2	3	4	5	6	7	8	12	24	1000	
Degrees of freedom in denominator (df2)	10	0.100	3.29	2.92	2.73	2.61	2.52	2.46	2.41	2.38	2.28	2.18	2.06
	0.050	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	2.91	2.74	2.54	
	0.025	6.94	5.46	4.83	4.47	4.24	4.07	3.95	3.85	3.62	3.37	3.09	
	0.010	10.04	7.56	6.55	5.99	5.64	5.39	5.20	5.06	4.71	4.33	3.92	
	0.001	21.04	14.90	12.55	11.28	10.48	9.93	9.52	9.20	8.45	7.64	6.78	
	12	0.100	3.18	2.81	2.61	2.48	2.39	2.33	2.28	2.24	2.15	2.04	1.91
	0.050	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.69	2.51	2.30	
	0.025	6.55	5.10	4.47	4.12	3.89	3.73	3.61	3.51	3.28	3.02	2.73	
	0.010	9.33	6.93	5.95	5.41	5.06	4.82	4.64	4.50	4.16	3.78	3.37	
	0.001	18.64	12.97	10.80	9.63	8.89	8.38	8.00	7.71	7.00	6.25	5.44	
	14	0.100	3.10	2.73	2.52	2.39	2.31	2.24	2.19	2.15	2.05	1.94	1.80
	0.050	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.53	2.35	2.14	
	0.025	6.30	4.86	4.24	3.89	3.66	3.50	3.38	3.29	3.05	2.79	2.50	
	0.010	8.86	6.51	5.56	5.04	4.69	4.46	4.28	4.14	3.80	3.43	3.02	
	0.001	17.14	11.78	9.73	8.62	7.92	7.44	7.08	6.80	6.13	5.41	4.62	
	16	0.100	3.05	2.67	2.46	2.33	2.24	2.18	2.13	2.09	1.99	1.87	1.72
	0.050	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.42	2.24	2.02	
	0.025	6.12	4.69	4.08	3.73	3.50	3.34	3.22	3.12	2.89	2.63	2.32	
	0.010	8.53	6.23	5.29	4.77	4.44	4.20	4.03	3.89	3.55	3.18	2.76	
	0.001	16.12	10.97	9.01	7.94	7.27	6.80	6.46	6.20	5.55	4.85	4.08	
18	0.100	3.01	2.62	2.42	2.29	2.20	2.13	2.08	2.04	1.93	1.81	1.66	
0.050	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.34	2.15	1.92		
0.025	5.98	4.56	3.95	3.61	3.38	3.22	3.10	3.01	2.77	2.50	2.20		
0.010	8.29	6.01	5.09	4.58	4.25	4.01	3.84	3.71	3.37	3.00	2.58		
0.001	15.38	10.39	8.49	7.46	6.81	6.35	6.02	5.76	5.13	4.45	3.69		
20	0.100	2.97	2.59	2.38	2.25	2.16	2.09	2.04	2.00	1.89	1.77	1.61	
0.050	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.28	2.08	1.85		
0.025	5.87	4.46	3.86	3.51	3.29	3.13	3.01	2.91	2.68	2.41	2.09		
0.010	8.10	5.85	4.94	4.43	4.10	3.87	3.70	3.56	3.23	2.86	2.43		
0.001	14.82	9.95	8.10	7.10	6.46	6.02	5.69	5.44	4.82	4.15	3.40		
30	0.100	2.88	2.49	2.28	2.14	2.05	1.98	1.93	1.88	1.77	1.64	1.46	
0.050	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.09	1.89	1.63		
0.025	5.57	4.18	3.59	3.25	3.03	2.87	2.75	2.65	2.41	2.14	1.80		
0.010	7.56	5.39	4.51	4.02	3.70	3.47	3.30	3.17	2.84	2.47	2.02		
0.001	13.29	8.77	7.05	6.12	5.53	5.12	4.82	4.58	4.00	3.36	2.61		
50	0.100	2.81	2.41	2.20	2.06	1.97	1.90	1.84	1.80	1.68	1.54	1.33	
0.050	4.03	3.18	2.79	2.56	2.40	2.29	2.20	2.13	1.95	1.74	1.45		
0.025	5.34	3.97	3.39	3.05	2.83	2.67	2.55	2.46	2.22	1.93	1.56		
0.010	7.17	5.06	4.20	3.72	3.41	3.19	3.02	2.89	2.56	2.18	1.70		
0.001	12.22	7.96	6.34	5.46	4.90	4.51	4.22	4.00	3.44	2.82	2.05		
100	0.100	2.76	2.36	2.14	2.00	1.91	1.83	1.78	1.73	1.61	1.46	1.22	
0.050	3.94	3.09	2.70	2.46	2.31	2.19	2.10	2.03	1.85	1.63	1.30		
0.025	5.18	3.83	3.25	2.92	2.70	2.54	2.42	2.32	2.08	1.78	1.36		
0.010	6.90	4.82	3.98	3.51	3.21	2.99	2.82	2.69	2.37	1.98	1.45		
0.001	11.50	7.41	5.86	5.02	4.48	4.11	3.83	3.61	3.07	2.46	1.64		
1000	0.100	2.71	2.31	2.09	1.95	1.85	1.78	1.72	1.68	1.55	1.39	1.08	
0.050	3.85	3.00	2.61	2.38	2.22	2.11	2.02	1.95	1.76	1.53	1.11		
0.025	5.04	3.70	3.13	2.80	2.58	2.42	2.30	2.20	1.96	1.65	1.13		
0.010	6.66	4.63	3.80	3.34	3.04	2.82	2.66	2.53	2.20	1.81	1.16		
0.001	10.89	6.96	5.46	4.65	4.14	3.78	3.51	3.30	2.77	2.16	1.22		

Use StatTable, WinPepi > WhatIs, or other reliable software to determine specific p values

d. Tabel Uji-t

Titik Persentase Distribusi t (df = 41 – 80)

df \ Pr	0.25	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005	0.001
	0.50	0.20	0.10	0.050	0.02	0.010	0.002
41	0.68052	1.30254	1.68288	2.01954	2.42080	2.70118	3.30127
42	0.68038	1.30204	1.68195	2.01808	2.41847	2.69807	3.29595
43	0.68024	1.30155	1.68107	2.01669	2.41625	2.69510	3.29089
44	0.68011	1.30109	1.68023	2.01537	2.41413	2.69228	3.28607
45	0.67998	1.30065	1.67943	2.01410	2.41212	2.68959	3.28148
46	0.67986	1.30023	1.67866	2.01290	2.41019	2.68701	3.27710
47	0.67975	1.29982	1.67793	2.01174	2.40835	2.68456	3.27291
48	0.67964	1.29944	1.67722	2.01063	2.40658	2.68220	3.26891
49	0.67953	1.29907	1.67655	2.00958	2.40489	2.67995	3.26508
50	0.67943	1.29871	1.67591	2.00856	2.40327	2.67779	3.26141
51	0.67933	1.29837	1.67528	2.00758	2.40172	2.67572	3.25789
52	0.67924	1.29805	1.67469	2.00665	2.40022	2.67373	3.25451
53	0.67915	1.29773	1.67412	2.00575	2.39879	2.67182	3.25127
54	0.67906	1.29743	1.67356	2.00488	2.39741	2.66998	3.24815
55	0.67898	1.29713	1.67303	2.00404	2.39608	2.66822	3.24515
56	0.67890	1.29685	1.67252	2.00324	2.39480	2.66651	3.24226
57	0.67882	1.29658	1.67203	2.00247	2.39357	2.66487	3.23948
58	0.67874	1.29632	1.67155	2.00172	2.39238	2.66329	3.23680
59	0.67867	1.29607	1.67109	2.00100	2.39123	2.66176	3.23421
60	0.67860	1.29582	1.67065	2.00030	2.39012	2.66028	3.23171
61	0.67853	1.29558	1.67022	1.99962	2.38905	2.65886	3.22930
62	0.67847	1.29536	1.66980	1.99897	2.38801	2.65748	3.22696
63	0.67840	1.29513	1.66940	1.99834	2.38701	2.65615	3.22471
64	0.67834	1.29492	1.66901	1.99773	2.38604	2.65485	3.22253
65	0.67828	1.29471	1.66864	1.99714	2.38510	2.65360	3.22041
66	0.67823	1.29451	1.66827	1.99656	2.38419	2.65239	3.21837
67	0.67817	1.29432	1.66792	1.99601	2.38330	2.65122	3.21639
68	0.67811	1.29413	1.66757	1.99547	2.38245	2.65008	3.21446
69	0.67806	1.29394	1.66724	1.99495	2.38161	2.64898	3.21260
70	0.67801	1.29376	1.66691	1.99444	2.38081	2.64790	3.21079
71	0.67796	1.29359	1.66660	1.99394	2.38002	2.64686	3.20903
72	0.67791	1.29342	1.66629	1.99346	2.37926	2.64585	3.20733
73	0.67787	1.29326	1.66600	1.99300	2.37852	2.64487	3.20567
74	0.67782	1.29310	1.66571	1.99254	2.37780	2.64391	3.20406
75	0.67778	1.29294	1.66543	1.99210	2.37710	2.64298	3.20249
76	0.67773	1.29279	1.66515	1.99167	2.37642	2.64208	3.20096
77	0.67769	1.29264	1.66488	1.99125	2.37576	2.64120	3.19948
78	0.67765	1.29250	1.66462	1.99085	2.37511	2.64034	3.19804
79	0.67761	1.29236	1.66437	1.99045	2.37448	2.63950	3.19663
80	0.67757	1.29222	1.66412	1.99006	2.37387	2.63869	3.19526

Catatan: Probabilita yang lebih kecil yang ditunjukkan pada judul tiap kolom adalah luas daerah dalam satu ujung, sedangkan probabilitas yang lebih besar adalah luas daerah dalam kedua ujung