



**PEMERIKSAAN EMISI GAS BUANG dan CEK KOMPRESI PADA
ENGINE TOYOTA KIJANG INNOVA di 127000km**

Laporan Tugas Akhir

Disusun dalam rangka menyelesaikan Studi Diploma III

Untuk memperoleh gelar Ahli Madya Teknik Mesin

Oleh

Yosef AdiPrasetyo

5211312017

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2015

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh

Nama : Yosef AdiPrasetyo
NIM : 5211312017
Program Studi : Teknik Mesin D3
Judul : Pemeriksaan Emisi Gas Buang dan Cek kompresi pada *Engine* Toyota Kijang Innova di 127000km

Telah dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan memperoleh gelar Ahli Madya pada Program Studi Diploma 3 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang

Panitia Ujian

Ketua : Dr. Samsudin Anis, S.T., M.T.

NIP. 197601012003121002

(Anis)

Sekretaris : Widi Widayat, S.T., M.T.

NIP. 197408152000031001

(Widi)

Dewan Penguji

Pembimbing : Widya Aryadi, S.T., M.T.

NIP. 197209101999031001

(Aryadi)

Penguji Utama : Dr. M. Burhan R. W., M.Pd.

NIP. 196704051994021001

(Burhan)

Penguji pendamping : Widya Aryadi, S.T., M.T.

NIP. 197209101999031001

(Aryadi)

Ditetapkan di Semarang

Tanggal :

Mengesahkan,

a.n. Dekan

Pembantu Dekan Bidang Akademik



Drs. Djoko Adi Widodo M.T.

NIP. 195909271986011001

ABSTRAK

Setiap industri otomotif berlomba-lomba membuat inovasi-inovasi bagaimana sebuah kendaraan dengan bahan bakar tertentu memiliki gas buang yang ramah lingkungan dengan tekanan standar. Emisi gas buang merupakan polutan yang mengotori udara yang dihasilkan oleh gas buang kendaraan. Gas buang kendaraan yang dimaksud adalah gas sisa proses pembakaran yang dibuang ke udara bebas melalui saluran buang kendaraan. Oleh karena itu diharapkan proses pembakaran yang terjadi didalam mesin harus sempurna supaya emisi gas buang yang dihasilkan baik. Semakin kecil kadar emisi gas buang, maka semakin baik bagi lingkungan. Sedangkan semakin besar kadar emisi gas buang, maka semakin tidak aman bagi lingkungan. Emisi gas buang dapat dipengaruhi oleh jenis penggunaan bahan bakar pada kendaraan.

Gas yang ditimbulkan dari emisi gas buang antara lain CO, CO₂, HC, dan O₂. Adapula pengukuran lambda pada emisi gas buang. Lambda mengindikasikan seberapa besar penyimpangan jumlah udara dalam campuran udara dan bahan bakar yang sesungguhnya terhadap jumlah kebutuhan udara teoritis. Kerap kali emisi gas buang yang dihasilkan sangat berbahaya dan dapat menimbulkan penyakit. Untuk menjaga emisi gas buang tetap baik perlu dilakukan perawatan mesin secara berkala. Pengujian emisi gas buang dengan bahan bakar premium pada kecepatan idle didapatkan hasil CO 0.638%, CO₂ 12.85%, HC 162%, O₂ 0.59 dan λ (Lambda) 1.001%, pada kecepatan 1000rpm didapatkan hasil CO 1.159%, CO₂ 12.50%, HC 114%, O₂ 0.70%, λ (Lambda) 0.992%, dan pada kecepatan 1500 rpm didapatkan hasil CO 0.779%, CO₂ 12.78%, HC 89%, O₂ 0.56%, dan λ (Lambda) 0.998%. salah satu faktor yang mempengaruhi hasil pengujian emisi gas buang yaitu komposisi udara dan bahan bakar pada mesin dalam proses pembakaran.

Selain emisi gas buang perlu dilakukan pula cek kompresi pada kendaraan. Tekanan kompresi adalah tekanan efektif rata-rata yang terjadi di ruang bakar tepat di atas piston. Tekanan kompresi ini juga dibagi dengan 2 definisi, tekanan kompresi motorik dan tekanan kompresi pembakaran. Hasil pengujian cek kompresi pada kendaraan Toyota Kijang Innova diperoleh bahwa pada silinder 1 mendapatkan hasil 12 kgf/cm², silinder 2 hasil 11,5 kgf/cm², silinder 3 hasil 1,5 kgf/cm², dan silinder 4 hasil 12 kgf/cm². Dari hasil tersebut kompresi pada mesin toyota kijang innova masih memenuhi spesifikasi. Dengan hasil yang didapat maka dalam silinder 1-4 tidak terjadi kebocoran kompresi. Keadaan ring pada silinder masih bagus. Untuk menjaga kompresi kendaraan tetap baik perlu penggantian oli mesin secara berkala.

Kata kunci : emisi gas buang, cek kompresi, bahan bakar premium

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul ” Pemeriksaan Emisi Gas Buang dan Cek kompresi pada *Engine* Toyota Kijang Innova di 127000km ” dengan lancar.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dari berbagai pihak. Penulis tidak dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bp. Drs. M. Harlanu, M.Pd Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
2. Bp. Dr. M. Khumaedi M.Pd Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang.
3. Bp. Widi Widayat, S.T, M.T, Ketua Program Studi D3 Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang.
4. Bp. Widya Aryadi, S.T, M.T, Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan.
5. Ibu. Yeni Ratih Pratiwi, M.Pd Pembimbing Lapangan yang selalu membantu dalam melaksanakan praktik Tugas Akhir.
6. Teman-teman Teknik Mesin D3 2012 yang selalu memberi semangat.
7. Semua pihak yang telah membantu dalam penulisan laporan.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih banyak kekurangan dari itu mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Semoga laporan ini bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Semarang, 4 Juli 1015

Yosef AdiPrasetyo

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Permasalahan	2
C. Tujuan	3
D. Manfaat	3
BAB II LANDASAN TEORI	5
A. Spesifikasi Mobil	5
B. Motor Bensin	7
C. Prinsip Kerja Motor Bensin	8
D. Pengertian Kompresi	16
E. Proses Pembakaran	16
F. Pengertian Emisi Gas Buang	17
G. Emisi Gas Buang dan Cek Kompresi	20
BAB III PEMERIKSAAN EMISI GAS BUANG DAN CEK KOMPRESI PADA ENGINE TOYOTA KIJANG INNOVA DI 127000km	23
A. Alat dan Bahan	23
B. Proses Pelaksanaan	23
1. Memepersiapkan Alat dan Bahan	23

2. Melepas Kabel Rangkaian Pada Sistem Pengapian Kabel Busi ..	24
3. Melepas Semua Busi dari Mesin	24
4. Memasang Compression Tester pada Lubang Busi di Mesin	25
5. Melakukan Pemeriksaan Tekanan Kompresi	25
6. Baca Hasil Pemeriksaan Cek Kompresi	25
7. Lanjut Pengecekan Emisi Gas Buang	25
8. Proses Setting Engine Kijang Innova	26
9. Pemasangan Instalasi Alat Uji Emisi	26
10. Cara Penggunaan Alat Emisi Gas Buang	26
C. Hasil Pelaksanaan	33
D. Pembahasan	35
BAB IV PENUTUP	38
Kesimpulan	38
Saran	38
DAFTAR PUSTAKA	40
Lampiran	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bentuk rangkaian siklus tertutup	10
Gambar 2.2 Prinsip kerja motor empat langkah	11
Gambar 2.3 Diagram P-V siklus aktual motor bensin	14
Gambar 2.4 Diagram P-V siklus otto (siklus volume konstan)	15
Gambar 3.1 <i>Compression tester</i>	24
Gambar 3.2 Pelepasan sensor pada <i>engine</i>	24
Gambar 3.3 Pemasangan <i>compression tester</i>	25
Gambar 3.4 Set alat emisi di bagian belakang	27
Gambar 3.5 Kabel probe temperature oli	27
Gambar 3.6 Kabel rpm pada uji emisi	28
Gambar 3.7 Proses gas analisis	29
Gambar 3.8 Pengaturan rpm dialat emisi	29
Gambar 3.9 Proses setting gasoline	30
Gambar 3.10 Pemasukan testing probe ke ujung knalpot	31
Gambar 3.11 Cetak hasil	32

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Pengisian data untuk dicetak	32
Tabel 3.2 Hasil pengujian premium	33
Tabel 3.3 Hasil kompresi pada Toyota Kijang Innova sebelum pembongkaran ..	34
Tabel 3.4 Hasil kompresi pada Toyota Kijang Innova setelah pembongkaran	34

LAMPIRAN

Gambar 1. Hasil Uji Emisi Putaran Idle	41
Gambar 2. Hasil Uji Emisi Putaran 1000 rpm	42
Gambar 3. Hasil Uji Emisi Putaran 1500 rpm	43
Gambar 4. Surat Keputusan Dekan FT UNNES	44

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Alat transportasi merupakan kebutuhan yang penting untuk manusia dalam melaksanakan kegiatan sehari-hari baik transportasi darat, laut, maupun udara. Aktivitas keseharian manusia dalam melakukan kegiatan sehari-hari banyak menggunakan kendaraan darat seperti motor, mobil, dan lain-lain.

Dalam dunia industri contohnya, setiap industri otomotif berlomba-lomba membuat inovasi-inovasi bagaimana sebuah kendaraan dengan bahan bakar tertentu memiliki gas buang yang ramah lingkungan dengan tekanan standar. Semakin kecil kadar emisi gas buang, maka semakin baik bagi lingkungan. Sedangkan semakin besar kadar emisi gas buang, maka semakin tidak aman bagi lingkungan. Emisi gas buang dapat dipengaruhi oleh jenis penggunaan bahan bakar pada kendaraan.

Emisi gas buang yang timbul dapat menyebabkan pencemaran udara yang berdampak pada meningkatnya pemanasan global. Di sisi lain, resiko kesehatan yang dikaitkan dengan pencemaran udara di perkotaan secara umum banyak menarik perhatian dalam beberapa dekade belakangan ini terutama pada kota

besar. Gas buang kendaraan bermotor di kota besar menyebabkan ketidaknyamanan pada orang yang berada di tepi jalan karena dapat menimbulkan polusi udara.

Udara yang terhirup oleh masyarakat dapat menimbulkan penyakit yang tidak diinginkan seperti penyakit saluran pernapasan. Oleh karena itu, dibutuhkan kesadaran tinggi bagi pengendara kendaraan bermotor untuk mengurangi emisi gas buang yang dapat menimbulkan polusi udara yang tidak diinginkan. Masyarakat pun dihimbau untuk lebih menjaga kesehatan dalam rangka mencegah terjadinya penyakit akibat polusi udara dengan cara pemakaian alat pelindung bagi pernapasan.

Karena tingginya pencemaran udara yang ditimbulkan dari gas buang berupa asap kendaraan bermotor, maka perlu dilakukan pemeriksaan emisi gas buang dan cek kompresi agar sesuai standar. Oleh karena itu, disusunlah laporan Tugas Akhir ini dengan judul “PEMERIKSAAN EMISI GAS BUANG DAN CEK KOMPRESI PADA *ENGINE* TOYOTA KIJANG INNOVA DI 127.000 KM”.

B. Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang diatas, rumusan masalah dari pemeriksaan emisi gas buang dan cek kompresi pada kijang innova yaitu

1. Bagaimana tahap pengecekan komponen untuk melakukan pemeriksaan emisi gas buang pada Kijang Innova 1TR-FE?

2. Bagaimana tahap pengecekan kompresi pada Kijang Innova 1TR-FE?
3. Bagaimana cara *service* pada pemeriksaan emisi gas buang pada Kijang Innova 1TR-FE?
4. Bagaimana cara *service* pada pemeriksaan kompresi pada Kijang Innova 1TR-FE?

C. Tujuan

Tujuan dari pemeriksaan emisi gas buang dan cek kompresi pada kijang innova yaitu

1. Mengetahui tahap pengecekan komponen untuk melakukan pemeriksaan emisi gas buang pada Kijang Innova 1TR-FE
2. Mengetahui tahap pengecekan kompresi pada Kijang Innova 1TR-FE
3. Mengetahui dan memahami cara *service* pada pemeriksaan emisi gas buang Kijang Innova 1TR-FE
4. Mengetahui dan memahami cara *service* pada pemeriksaan kompresi Kijang Innova 1TR-FE

D. Manfaat

Manfaat dari penulisan Proyek Tugas Akhir pemeriksaan emisi gas buang dan cek kompresi pada Kijang Innova 1TR-FE yaitu

1. Mahasiswa dapat mengetahui fungsi komponen pemeriksaan emisi gas buang dan cek kompresi pada Kijang Innova 1TR-FE.
2. Mahasiswa dapat mengetahui prinsip kerja dari *service* pada pemeriksaan emisi gas buang dan cek kompresi pada Kijang Innova 1TR-FE.
3. Laporan Proyek Tugas Akhir ini sebagai syarat kelulusan program Diploma III Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

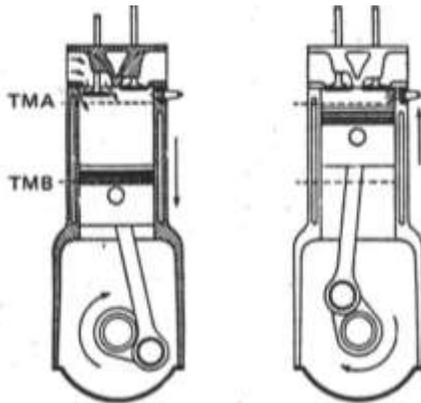
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Spesifikasi mobil

Toyota Kijang Innova 1TR-FE adalah bertenaga 100 kW(114hp)@4,800 rpm dan torsi 182 N.m (19.3kg.m) @3,600 rpm. Rasio kompresi 10.6:1. Diameter x langkah 86.0 mm x 86.0mm. Pada mesin ini memiliki 4 silinder,16 katub, DOHC, VVT-i dengan isi silinder 1,998cc.

Didapatkan rumus sebagai berikut:



$$\text{Ratio kompresi} = \frac{V_L + V_c}{V_c}$$

Diketahui :

V_L = volume silinder

V_c = volume silinder saat kompresi

Bore = diameter

Stroke = langkah

$$V_l = \pi r^2 \cdot t$$

Diketahui :

$$\pi = 3,14 / \frac{22}{7}$$

$$D = 8,6 \text{ cm}$$

$$t = 8,6 \text{ cm}$$

$$\varepsilon = 12$$

Ditanya :

$$V_c : \dots ?$$

Jawaban :

$$V_l = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot t$$

$$= \frac{3,14}{4} \cdot (8,6)^2 \cdot 8,6$$

$$= 0,78 \cdot 73,96 \cdot 8,6$$

$$= 496,12 \text{ cm}^3$$

$$V_c = \dots ?$$

$$\varepsilon = \frac{V_l + V_c}{V_c}$$

$$12 = \frac{496,12 + V_c}{V_c}$$

$$12 \cdot V_c = 496,12 + V_c$$

$$12\left(\frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot t\right) = 496,12 + \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot t$$

$$12\left(\frac{\frac{22}{7}}{4} \cdot (8,6)^2 \cdot t\right) = 496,12 + \frac{\frac{22}{7}}{4} \cdot (8,6)^2 \cdot t$$

$$3\left(\frac{\frac{22}{7}}{7} \cdot 73,96 \cdot t\right) = 496,12 + \frac{\frac{22}{7}}{4} \cdot 73,96 \cdot t$$

$$\begin{aligned} \frac{66}{7} \cdot 73,96 \cdot t &= 496,12 + 0,79 \cdot 73,96 \cdot t \\ 9,43 \cdot 73,96 \cdot t &= 496,12 + 58,43 t \\ 697,44 t &= 496,12 + 58,43 t \\ 697,44 t - 58,43 t &= 496,12 \\ 639,01 t &= 496,12 \\ t &= \frac{496,12}{639,01} \\ t &= 0,78 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_c &= \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot t \\ &= \frac{3,14}{4} \cdot (8,6)^2 \cdot 0,78 \\ &= 0,78 \cdot 73,96 \cdot 0,78 \\ V_c &= 44,99 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

B. Motor bensin

Motor bensin merupakan mesin pembangkit tenaga yang mengubah bahan bakar bensin menjadi tenaga panas dan akhirnya menjadi tenaga mekanik. Secara garis besar motor bensin tersusun oleh beberapa komponen utama meliputi; blok silinder (*cylinder block*), kepala silinder (*cylinder head*), poros engkol (*crank shaft*), *piston*, batang *piston* (*connecting rod*), roda penerus (*fly wheel*), poros cam (*cam shaft*) dan mekanik katup (*valve mechanic*). Blok silinder adalah komponen motor yang paling besar, sebagai tempat pemasangan komponen mekanik dan sistem-sistem lainnya.

Blok bawahnya terdapat ruang engkol (*crank case*), mempunyai dudukan bantalan (*bearing*) untuk pemasangan poros engkol. Bagian silinder dikelilingi oleh lubang-lubang saluran air pendingin dan lubang oli. Kepala silinder dipasang dibagian atas blok silinder, dan di kepala silinder terdapat ruang bakar, mempunyai saluran masuk dan saluran buang, sebagai tempat pemasangan mekanisme katup. Poros engkol dipasang pada dudukan blok silinder bagian bawah yang diikat dengan bantalan. Dipasang pula batang *piston* bersama *piston* dan kelengkapannya. Sedangkan roda penerus dipasang pada pangkal poros engkol (*flens crank shaft*). Roda penerus dapat menyimpan tenaga, membawa *piston* dalam siklus kerja motor, menyeimbangkan putaran dan mengurangi getaran mesin.

C. Prinsip Kerja Motor Bensin

Prinsip kerja motor bensin adalah mesin yang bekerja memanfaatkan energi dari hasil gas panas hasil proses pembakaran, dimana proses pembakaran langsung di dalam silinder mesin itu sendiri sehingga gas pembakaran sekaligus berfungsi sebagai *fluida* kerja menjadi tenaga atau energi panas. Motor bakar *piston* / torak mempergunakan satu atau lebih silinder di mana terdapat *piston* yang bergerak bolak balik atau *translasi* diubah menjadi gerak putar atau rotasi poros engkol (*crank shaft*).

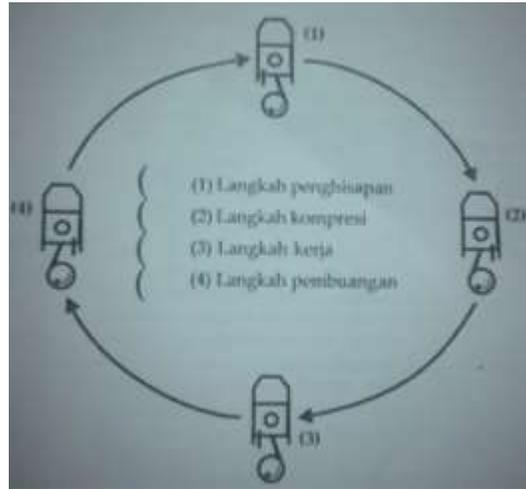
Didalam silinder terjadi proses pembakaran bahan bakar oksigen dari udara menghasilkan gas pembakaran bertekanan tinggi. Gas hasil pembakaran mampu

menggerakkan *piston* yang diteruskan batang penghubung (*connecting rod*) dan dihubungkan dengan poros engkol (*crank shaft*).

Gerak *translasi* torak (*piston*) menyebabkan gerak rotasi pada poros engkol menimbulkan gerak *translasi* pada torak dan sebaliknya, gerak rotasi poros engkol menimbulkan gerak *translasi* pada torak / *piston*.

Langkah / stroke / jarak gerak *piston* dari TMA ke TMB atau sebaliknya. Agar motor dapat bekerja optimal, syarat yang harus di penuhi adalah dapat menghisap bahan bakar (campuran bahan bakar dan udara) masuk kedalam ruang silinder secara maksimal. Menaikkan tekanan atau kompresi gas campuran bensin dan udara agar diperoleh tekanan kompresi tinggi maksimal mencapai 11:1 sehingga pembakaran maksimal maka tenaga yang dihasilkan motor lebih maksimal.

Dasar kerja motor empat langkah ialah motor yang setiap siklus kerjanya diselesaikan dalam empat kali gerak bolak balik langkah *piston* atau dua kali putaran poros engkol (*crank shaft*). Langkah *piston* adalah gerak *piston* tertinggi disebut titik mati atas (TMA) sampai yang terendah disebut titik mati bawah (TMB). Sedangkan siklus kerja ialah rangkaian proses yang dilakukan oleh gerak bolak balik *piston* yang membentuk rangkaian siklus tertutup



Gambar.2.1 Bentuk rangkaian siklus tertutup

Proses siklus motor empat langkah dilakukan oleh gerak *piston* dalam silinder tertutup, yang bersesuaian dengan pengaturan gerak kerja katup hisap dan katup buang di setiap langkah kerjanya.

Proses yang terjadi meliputi langkah hisap, langkah kompresi, proses langkah kerja, langkah buang. Lebih jelasnya dapat di uraikan sebagai berikut

1. Langkah hisap

Piston bergerak dari titik mati atas (TMA) menuju titik mati bawah (TMB). Katup hisap dibuka dan katup buang tertutup, karena terjadi tekanan negative / *vacum* dalam silinder campuran udara dan bahan bakar terhisap masuk melalui hisap untuk mengisi ruang silinder

2. Langkah kompresi

Piston bergerak dari titik mati bawah (TMB) menuju titik mati atas (TMA). Katup hisap dan katup buang ditutup. Pada proses ini campuran

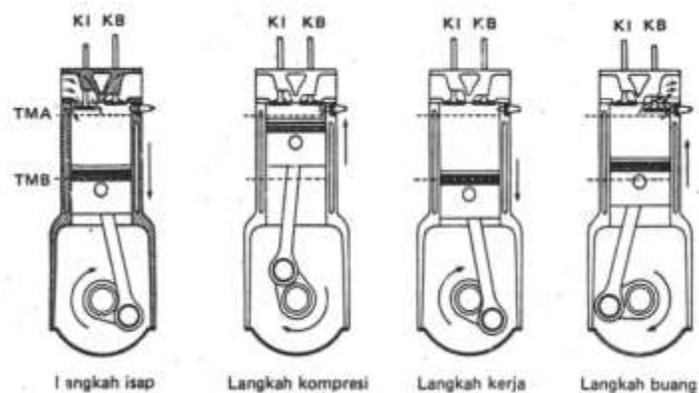
bahan bakar dan udara ditekan atau dikompresikan, akibatnya tekanan dan temperaturnya naik hingga akan memudahkan proses pembakaran.

3. Langkah kerja

Piston bergerak dari titik mati atas (TMA) menuju titik mati bawah (TMB). Katup hisap dan katup buang masih ditutup. Sesaat *piston* menjelang titik mati atas, busi pijar menyalakan percikan api seketika campuran bahan bakar dan udara terbakar secara cepat berupa ledakan. Dengan terjadinya ledakan, maka menghasilkan tekanan sangat tinggi untuk mendorong *piston* ke bawah sebagai tenaga atau usaha yang dihasilkan mesin.

4. Langkah buang

Piston bergerak dari titik mati bawah (TMB) menuju titik mati atas (TMA). Katup hisap dan katup buang dibuka. Pada proses ini gas yang telah terbakar dibuang oleh dorongan *piston* keatas dan selanjutnya mengalir melalui katup buang. Pada posisi ini poros engkol telah berputar dua kali putaran penuh dalam satu siklus dari empat langkah.



Gambar 2.2 Prinsip kerja motor empat langkah

Proses termodinamika dan kimia yang terjadi dalam motor bakar torak sangat kompleks untuk dianalisa menurut teori. Untuk memudahkan menganalisanya perlu membayangkan suatu keadaan yang ideal. Makin ideal suatu keadaan makin mudah untuk dianalisa, akan tetapi dengan sendirinya semakin jauh menyimpang dari keadaan sebenarnya.

Pada umumnya untuk menganalisa motor bakar torak dipergunakan siklus udara sebagai siklus yang ideal. Siklus udara menggunakan beberapa keadaan yang sama dengan siklus sebenarnya dalam hal sebagai berikut:

- a. Urutan proses
- b. Perbandingan kompresi
- c. Pemilihan temperatur dan tekanan pada suatu keadaan
- d. Penambahan kalor yang sama per satuan berat udara

Di dalam analisis udara, khususnya motor bakar torak akan dibahas:

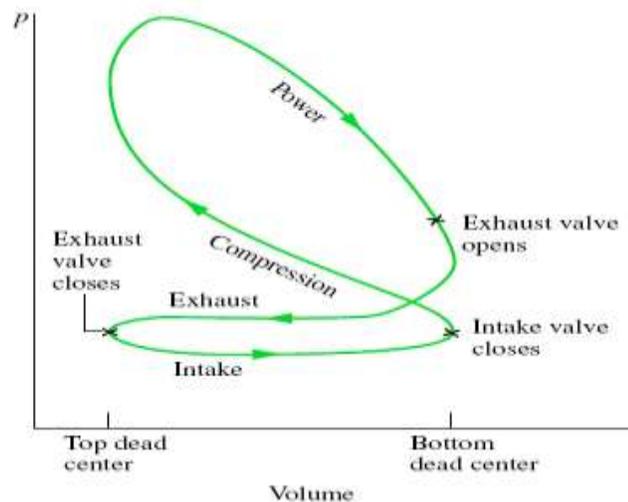
- a. Siklus udara volume konstan (siklus otto)
- b. Siklus udara tekanan konstan (siklus diesel)
- c. Siklus udara tekanan terbatas (siklus gabungan)
- d. Siklus Aktual Motor Bensin

Siklus udara volume konstan atau siklus otto adalah proses yang ideal. Dalam kenyataannya baik siklus volume konstan, siklus tekanan konstan dan siklus gabungan tidak mungkin dilaksanakan, karena adanya beberapa hal sebagai berikut:

- a. Fluida kerja bukanlah udara yang bisa dianggap sebagai gas ideal, karena fluida kerja di sini adalah campuran bahan bakar (premium) dan udara, sehingga tentu saja sifatnya pun berbeda dengan sifat gas ideal.
- b. Kebocoran fluida kerja pada katup (*valve*), baik katup masuk maupun katup buang, juga kebocoran pada *piston* dan dinding silinder, yang menyebabkan tidak optimalnya proses.
- c. Baik katup masuk maupun katup buang tidak dibuka dan ditutup tepat pada saat *piston* berada pada posisi TMA dan atau TMB, karena pertimbangan dinamika mekanisme katup dan kelembaman fluida kerja.
- d. Kerugian ini dapat diperkecil bila saat pembukaan dan penutupan katup disesuaikan dengan besarnya beban dan kecepatan torak.
- e. Pada motor bakar torak yang sebenarnya, saat torak berada di TMA tidak terdapat proses pemasukan kalor seperti pada siklus udara. Kenaikan tekanan dan temperatur fluida kerja disebabkan oleh proses pembakaran campuran udara dan bahan bakar dalam silinder.
- f. Proses pembakaran memerlukan waktu untuk perambatan nyala apinya, akibatnya proses pembakaran berlangsung pada kondisi volume ruang yang berubah-ubah sesuai gerakan *piston*. Dengan demikian proses pembakaran harus dimulai beberapa derajat sudut engkol sebelum torak mencapai TMA dan berakhir beberapa derajat sudut engkol sesudah TMA menuju TMB. Jadi proses pembakaran tidak dapat berlangsung pada volume atau tekanan yang konstan.

- g. Terdapat kerugian akibat perpindahan kalor dari fluida kerja ke fluida pendingin, misalnya oli, terutama saat proses kompresi, ekspansi dan waktu gas buang meninggalkan silinder. Perpindahan kalor tersebut terjadi karena ada perbedaan temperatur antara fluida kerja dan fluida pendingin.
- h. Adanya kerugian energi akibat adanya gesekan antara fluida kerja dengan dinding silinder dan mesin.

Terdapat kerugian energi kalor yang dibawa oleh gas buang dari dalam silinder ke atmosfer sekitarnya. Energi tersebut tidak dapat dimanfaatkan untuk kerja mekanik. Siklus aktual motor bensin ditunjukkan pada gambar 2.3

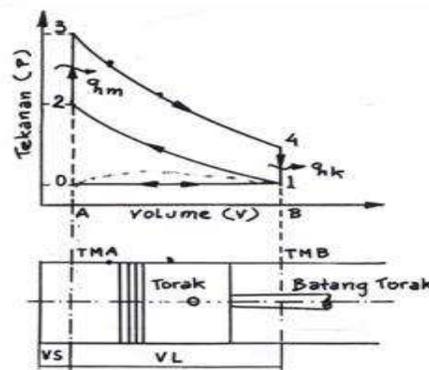


Gambar 2.3. Diagram P – V Siklus Aktual Motor Bensin

Berdasarkan kondisi seperti tersebut di atas, maka grafik tekanan (P) vs volume (V) mempunyai bentuk yang sedikit berbeda dengan grafik P-V siklus ideal.

- e. Siklus Udara Volume Konstan (Siklus Otto)

Motor bensin adalah jenis motor bakar torak yang bekerja berdasarkan siklus volume konstan, karena saat pemasukan kalor (langkah pembakaran) dan pengeluaran kalor terjadi pada volume konstan. Siklus ini adalah siklus yang ideal. Seperti yang terlihat di diagram P – V gambar 2.3.



Gambar 2.4. Diagram P – V Siklus Otto (siklus Volume Konstan).

Adapun siklus ini adalah sebagai berikut :

1. Langkah 0 – 1 adalah langkah hisap, yang terjadi pada tekanan (P) konstan.
2. Langkah 1 – 2 adalah langkah kompresi, pada kondisi isentropik.
3. Langkah 2 – 3 adalah dianggap sebagai proses pemasukan kalor pada volume konstan.
4. Langkah 3 – 4 adalah proses ekspansi, yang terjadi secara isentropik.
5. Langkah 4 – 1 adalah langkah pengeluaran kalor pada volume konstan.
6. Langkah 1 – 0 adalah proses tekanan konstan.

D. Pengertian Kompresi

Tekanan kompresi adalah tekanan efektif rata-rata yang terjadi di ruang bakar tepat di atas piston. Tekanan kompresi ini juga dibagi dengan 2 definisi, tekanan kompresi motorik dan tekanan kompresi pembakaran.

1. Tekanan kompresi motorik ini adalah tekanan yang sering di ukur oleh mekanik dengan alat *compression gauge* dengan satuan kPa, psi atau bar. Tekanan motorik akhirnya lebih dikenal dengan tekanan kompresi. Tekanan ini membaca tekanan kompresi di ruang bakar tanpa adanya penyalaan busi, caranya dengan memasang *compression gauge* pada lubang busi kemudian handle gas kita tarik penuh (*full open throttle*) kemudian kita engkol dengan *kick starter* hingga jarum bergerak naik dan berhenti pada angka tertentu. Nah angka tadi adalah tekanan kompresi motorik. Tekanan kompresi motorik ini kisaran 900 kPa hingga 1400kPa untuk motor standar, atau 9 – 13 psi.
2. Tekanan kompresi pembakaran adalah tekanan kompresi ini bisa mencapai 10x lipat dari tekanan motorik. Tekanan ini akhirnya di gambarkan dalam sebuah diagram grafik P – teta (pressure vs derajat poros engkol). Tekanan ini dihitung saat mesin menyala atau terjadi proses pembakaran. Pengukuran ini tidak menggunakan alat *compression gauge* lagi, namun memakai *sensor pressure* yang ditanam di *silinder head*. (<http://danangdk.wordpress.com/2012/08/10/rasio-kompresi-mesin-apakah-itu/>)

E. Proses pembakaran

Didalam proses pembakaran oksidasi tenaga panas bahan bakar diubah ke tenaga mekanik melalui pembakaran bahan bakar didalam motor. Pembakaran

adalah proses kimia dimana karbon dioksidasi bergabung dengan oksigen dalam udara. Jika pembakaran berlangsung, maka diperlukan:

- a) Bahan bakar dan udara dimasukkan kedalam motor
- b) Bahan bakar dipanaskan hingga suhu nyala

Pembakaran menimbulkan panas yang menghasilkan tekanan, kemudian menghasilkan tenaga mekanik. Campuran yang masuk kedalam motor mengandung udara dan bahan bakar. Perbandingan campuran kira-kira 12 sampai 15 berbanding 1 adalah 12-15 kg udara dalam 1 kg bahan bakar. Yaitu zat arang karbon dioksida 85%, zat asam (oksigen) 1/5 bagian air 15% dan zat lemak 4/5 bagian. Dalam pembakaran zat asam bergabung dengan karbon dioksida dan air, zat lemak tidak mengambil bagian dalam pembakaran. Dalam pembakaran tekanan dibangkitkan kemudian diubah menjadi tenaga mekanik.

Gas pembuangan mengandung monoksida dan dioksida, uap air, dan zat lemak. Gas buang pembuangan monoksida adalah karbon dengan 0,3 % CO diisap dalam udara yang menyebabkan kematian sekitar 30 menit.

F. Pengertian Emisi Gas Buang

Emisi gas buang merupakan polutan yang mengotori udara yang dihasilkan oleh gas buang kendaraan. Gas buang kendaraan yang dimaksud adalah gas sisa proses pembakaran yang dibuang ke udara bebas melalui saluran buang kendaraan. Terdapat emisi pokok yang dihasilkan kendaraan. Beberapa zat yang tercantum pada emisi gas buang sebagai berikut

- a. Hidro Karbon (HC)

Senyawa hidro karbon (HC) terjadi karena bahan bakar belum terbakar, tetapi sudah terbang bersama gas buang akibat pembakaran kurang sempurna dan penguapan bahan bakar. Senyawa hidro karbon (HC) dibedakan menjadi dua yaitu bahan bakar yang tidak terbakar sehingga keluar menjadi gas mentah serta bahan bakar yang terpecah karena reaksi panas berubah menjadi gugusan HC lain yang keluar bersama gas buang. Senyawa HC akan berdampak terasa pedih di mata, mengakibatkan tenggorokan sakit, penyakit paru-paru dan kanker ([Siswantoro, Lagiyo, & Siswiyanti](#)).

b. Karbon Monoksida (CO)

Karbon monoksida (CO) tercipta dari bahan bakar yang terbakar sebagian akibat pembakaran yang tidak sempurna ataupun karena campuran bahan bakar dan udara yang terlalu kaya (kurangnya udara). CO yang dikeluarkan dari sisa hasil pembakaran banyak dipengaruhi oleh perbandingan campuran bahan bakar dan udara yang dihisap oleh mesin. Untuk mengurangi CO perbandingan campuran ini harus dibuat kurus, tetapi cara ini mempunyai efek samping yang lain yaitu NO_x akan lebih mudah timbul dan tenaga yang dihasilkan mesin akan berkurang. CO sangat berbahaya karena tidak berwarna maupun berbau dan dapat mengakibatkan pusing dan mual ([Siswantoro et al.](#)).

c. Nitrogen Oksida (NO_x)

Nitrogen Oksida (NO_x) merupakan emisi gas buang yang dihasilkan akibat suhu kerja yang tinggi. Udara yang digunakan untuk pembakaran sebenarnya mengandung unsur nitrogen 80%.

Senyawa HC, CO, dan NO_x merupakan gas beracun yang terdapat dalam gas bekas kendaraan, sedangkan gas bekas kendaraan sendiri umumnya terdiri dari gas yang tidak beracun seperti N₂ (Nitrogen), CO₂ (gas karbon), dan H₂O (uap air). Komposisi dari gas buang kendaraan bermotor dengan bahan bakar bensin adalah 72% N₂, 18,1% CO₂, 8,2% H₂O, 1,2% Gas Argon (gas mulia), 1,1% O₂, dan 1,1% gas beracun yang terdiri dari 0,13% NO_x, 0,09% HC, dan 0,9% CO. Gas buang yang beracun merupakan sebagian kecil dari volume gas bekas kendaraan bermotor yang menyebabkan polusi udara ([Siswantoro et al.](#)).

d. Oksigen (O₂)

Pembakaran yang tidak sempurna dalam mesin menyisakan oksigen ke udara. Oksigen yang tersisa ini semakin kecil bila mana pembakaran terjadi makin sempurna ([Syahrani, 2006](#)).

Konsentrasi dari oksigen di gas buang kendaraan berbanding terbalik dengan konsentrasi CO₂. Normalnya konsentrasi oksigen di gas buang adalah sekitar 1.2 % atau lebih kecil bahkan mungkin 0%. O₂ yang terlalu tinggi disebabkan terjadinya kebocoran pada *exhaust sistem* dan AFR (rasio udara-bahan bakar) terlalu kurus. Banyak gangguan-gangguan yang menyebabkan O₂ meningkat yaitu karena adanya gangguan mesin mulai dari pengapian terganggu, timing terlalu maju, coil mati, celah busi terlalu kecil, dan saluran udara tersumbat ([Abdillah & Sugondo, 2014](#)).

e. Karbondioksida (CO₂)

Emisi CO₂ berkisar antara 12% sampai 15% yang diizinkan pemerintah. Konsentrasi CO₂ menunjukkan secara langsung status proses pembakaran di ruang bakar ([Abdillah & Sugondo, 2014](#)).

Gas buang terjadi di luar exhaust yaitu di knalpot, pengukuran yang dilakukan menggunakan alat yaitu gas analyzer. Gas yang diukur dalam pengukuran gas buang yaitu :

- a. Kadar CO
- b. Kadar CO₂
- c. Kadar HC
- d. Kadar O₂
- e. Kadar NO_x

G. Emisi gas buang dan cek kompresi

Jika nilai CO yang diperbolehkan maksimal 3% untuk mobil karburator dan 2% untuk mobil injeksi karena pada proses penghisapan bensin ke ruang bakar, injeksi sudah menggunakan sistem elektronik seperti injektor yang tugasnya menyemprotkan bensin ke ruang bakar. Sementara karburator masih mengandalkan hisapan yang diperoleh dari pergerakan piston pada silinder. sistem injeksi bisa menyeimbangkan volume bensin yang disemprotkan ke ruang bakar dengan kebutuhan mesin, sehingga didapat hasil pembakaran yang lebih bersih. Sedangkan karburator, bensin disedot dengan pergerakan naik-turun piston, jadi berapa volume bensin yang dikeluarkan, tergantung dari pergerakan piston tersebut. Pada sistem penyaluran bensin, sistem injeksi

sudah menggunakan injektor secara elektronik. Sementara untuk karburator masih menggunakan buka-tutup skep. Semakin kecil nilai CO semakin efisien proses pembakaran yang terjadi di mesin. Nilai HC yang diperbolehkan maksimal 450 ppm, untuk mobil karburator dan 250 ppm untuk mobil injeksi. Semakin kecil nilai HC berarti semakin efisien proses pembakaran yang terjadi di mesin.

Semakin kecil persentase CO dan HC, kadar CO dan HC yang terbang ke dalam knalpot juga akan kecil. Oleh karena itu, kompresi yang terjadi karena kadar CO kecil dan HC kecil, sangat bagus dan juga pembakaran yang terjadi juga sempurna.

Lambda merupakan kesimpulan proses pembakaran yang terjadi di mesin, jika lambdanya 1 (satu), berarti pembakaran bahan bakar dimesin sangat efisien/ideal, dalam artian komposisi percampuran udara dan bahan bakar benar-benar homogen. Namun biasanya kita sangat sulit untuk tune up kendaraan untuk memperoleh nilai lambda dengan angka 1 (satu). Oleh karenanya nilai lambda ini mempunyai posisi range nilai 0,95 s/d 1,05. Jika nilai Lambda kurang dari angka itu berarti terjadi percampuran gemuk (kebanyakan bensin), sedangkan jika nilai Lambda melebihi dari angka itu menandakan campuran kurus (kebanyakan udara). Saat kita memperhatikan nilai lambda, kita harus mengamati pergerakan nilai O₂, jika nilai O₂nya tinggi (diatas 3% atau lebih) ada kemungkinan terjadi kebocoran knalpot, dan

jika knalpot bocor, maka nilai lambda tidak bisa dipakai sebagai patokan kesempurnaan pembakaran.

Dalam setiap design mesin sudah diperhitungkan secara matang, untuk mendapatkan efisiensi pembakaran, dengan jalan mengontrol aliran udara dan bahan bakar sebagus mungkin, sehingga setelah kedua zat tersebut bertemu diruang bakar, campuran yang terjadi adalah campuran yang ideal/homogen.

Tetapi dalam kenyataannya, sering terjadi campuran kaya (banyak bensin) dan campuran kurus (banyak udara). Dalam hal ini terjadinya campuran kurus bukan berarti lubang udaranya menjadi besar volumenya, tetapi justru debit bensin yang dikucurkan ke mesin, berkurang. Problem yang sering terjadi karena lemahnya pompa bahan bakar, injector mampet/buntu, filter bensin kotor atau saluran bahan bakar kotor.

BAB IV

PENUTUP

A. Kesimpulan

Kesimpulan dari praktik ini adalah

1. Hasil kompresi setelah pembongkaran mengalami penurunan diakibatkan beberapa hal 1) Proses pemasangan tidak tepat 2) Karena terjadinya kebocoran kompresi.
2. Apabila hasil kompresi mendekati angka minimal sebaiknya bahan bakar yang digunakan berupa bahan bakar premium, dan sebaliknya hasil kompresi mendekati angka maksimal bahan bakar yang digunakan pertamax.
3. Cara *service* pemeriksaan emisi gas buang yang benar adalah 1) Proses *setting engine* kijang innova. 2) Pemasangan instalasi alat uji emisi. 3) Cara penggunaan alat emisi gas buang. 4) Pengujian emisi gas buang.
4. Cara *service* cek kompresi yang benar adalah 1) Mempersiapkan alat dan bahan. 2) Melepas kabel busi. 3) Melepas semua busi. 4) Memasang *compression tester* dengan benar. 5) Melakukan pemeriksaan cek kompresi.

B. Saran

Saran dari praktik ini adalah

1. Agar emisi gas buang tetap terjaga dengan baik, maka harus rutin melakukan *service* mobil pada bengkel resmi yang sudah disediakan.
2. Untuk menjaga kualitas kompresi tetap baik atau memenuhi standar harus dilakukan perawatan rutin terutama untuk oli mesin dengan cara pengecekan oli pada tanda batas (tinggi oli) dan kekentalan oli.

DAFTAR PUSTAKA

Abdillah, F., & Sugondo, 2014, *Prototipe Alat Penghemat Bahan Bakar Mobil menggunakan Metode Hydrocarbon Crack System untuk Menghemat Bahan Bakar dan Mengurangi Emisi Gas Buang.*

Danang, 2012, "Rasio Kompresi Mesin Apakah Itu", diakses pada tanggal 7 Juni 2015 pukul 13:43 dengan alamat web <http://danangdk.wordpress.com/2012/08/10/rasio-kompresi-mesin-apakah-itu/>

Siswantoro, Lagiyono, & Siswiyanti. Analisa Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor 4 Tak Berbahan Bakar Campuran Premium dengan Variasi Penambahan Zat Aditif.

Syahrani, 2006, Analisa Kinerja Mesin Berdasarkan Hasil Uji Emisi. *Journal SMARTek*, 4, 260-266.

LAMPIRAN

```
EXHAUST GAS ANALYSIS
Serial no. 1711244
TECNOTEST
TYPE STAPGAS 898
0101 011001
REPORT NO. N
54570101/04000
1078772883
R P M 720 [1/min]
C O 0.638 [vol]
C O 2 12.00 [vol]
H 2 1.62 [ppm vol]
O 2 19.59 [vol]
N O [ppm vol]
TEMP. 84 [C]
EXHAST GAS ANALYSIS
TEMPERATURE 31 [C]
PRESSURE 983 [hPa]
REL. HUMIDITY 68 [%]
DATE: 28/04/2015
TIME: 13:06
CAR DATA
FUEL: GASOLINE
BRAND:
PREMIUM
MODEL:
KIJANG INNOVA
LIC. PLATE:
D31 1
CHASSIS:
Km:
127886
WORKSHOP
TOTO MOTIF
TEKNIK RESIN
UNNES
Gd. Ed. KAMPUS UNNES
SEKIPAN SURABAYA
SEMARANG
EXHAST GAS ANALYSIS
SERIAL NO.
```

Gambar 1. Hasil Uji Emisi Putaran Idle

EXHAUST GAS ANALYSIS

Serial no. 1711244

TECHNOST
TYPE STRAIGHT GAS
DIAL CLASS 0
REPORT N
545/01ML/04/01
10/07/2004

R P M 1000 [1/min]
C O 1.150 [vol]
C O 2 12.50 [vol]
H C 114 [ppm]
O 2 0.72 [vol]
N O [ppm vol]

Flow 1.270 [L/min]

0.992 [vol]

TEMP. 86 [°C]

ENVIRONMENTAL CONDITIONS

Temperature [°C]

Pressure 1013 [kPa]

REL. Humidity [%]

DATE: 10/04/2015

TIME: 13:09

CHK DATA

FUEL: GASOLINE

BRAND:
PREMIUM

MODEL:
KIJANG IN A

LIC. PLATE
UJI 2

CHASSIS:

Km:
127806

WORKSHOP

TOTAL:

1. TEKNIK

UNNES

Gd. ES. KAMPUS UNNES

SEKARAN. GUNUNGPATI

SEMARANG

EXAMINER:
ZAENAL M.

Gambar 2. Hasil Uji Emisi Putaran 1000 rpm

EXHAUST GAS ANALYSIS

Serial no. 11244

TECHNOTE
EXHAUST
898
0
10/07/2004
10/07/2004

R P M 1550 [1/min]
CO 0.779 [% vol]
CO 2 12.78 [% vol]
HC 39 [ppm vol]
O 2 0.56 [% vol]
NO ---- [ppm vol]
CO cur 0.551 [% vol]
X 0.493 C-3
TEMP 32 C° C

ENVIRONMENT CONDITIONS

Temperature 31 C° C
Pressure 983 [hPa]
Rel. Humidity 57 [%RH]
DATE: 28/04/2015
TIME : 13:11

CAR DATA

FUEL: GASOLINE

BRAND: PREMIUM

MODEL: KIJANG IMV MA

LIC. PLATE: UST 0

CHASSIS:

Km: 127806

WORKSHOP

TEKNIK

UNNES

Cd. Pr. Ke

EXAMINER:
ZARNAL M.

Gambar 3. Hasil Uji Emisi Putaran 1500 rpm



KEPUTUSAN
DEKAN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
Nomor : **461** /FT - UNNES/2015

Tentang
**PENETAPAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR SEMESTER GENAP
TAHUN AKADEMIK 2014/2015**

Menimbang : Bahwa untuk memperlancar mahasiswa Jurusan Teknik Mesin/Prodi Teknik Mesin DIII Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang membuat Tugas Akhir, maka perlu menetapkan Dosen-dosen Jurusan Teknik Mesin/Prodi Teknik Mesin DIII 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 76);
2. SK Rektor UNNES No. 164/O/2004 tentang Pedoman penyusunan Skripsi/Tugas Akhir Mahasiswa Diploma III UNNES;
3. SK Rektor UNNES No. 162/O/2004 tentang penyelenggaraan Pendidikan UNNES;
4. SK Rektor Universitas Negeri Semarang Nomor 362/P/2011, tanggal 24 Oktober 2011 tentang Pemberhentian dan Pengangkatan Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang

Memperhatikan : Usul Ketua Jurusan Teknik Mesin/Prodi Teknik Mesin DIII Tanggal 25 Maret 2015

MEMUTUSKAN

Menetapkan
PERTAMA : Menunjuk dan menugaskan kepada :

1. Nama : Widya Aryadi, S.T
NIP : 197209101999031001
Pangkat/Golongan : Penata Muda, III/a
Jabatan Akademik : Ass. Ahli

Sebagai Pembimbing

Untuk membimbing mahasiswa penyusun Tugas Akhir

Nama : Yosef Adprasetyo
NIM : 5211312017
Prodi : D3 Teknik Mesin
Judul : Pemeriksaan Berkala 100.000 Km

KEDUA : Keputusan ini mulai berlaku sejak tanggal ditetapkan

DITETAPKAN DI SEMARANG
TAHUN TANGGAL 31 Maret 2015
DEKAN

Drs. H. Muhammad Harlanu, M.Pd.
NIP. 1966021511021001

Tembusan :
1. Pembantu Dekan Bidang Akademik
2. Dosen Pembimbing

Gambar 4. Surat Keputusan Dekan FT UNNES

