



**PENGARUH PENAMBAHAN ETANOL
DALAM BAHAN BAKAR PERTALITE TERHADAP
PERFORMA DAN EMISI GAS BUANG
MESIN 4 SILINDER**

SKRIPSI

**Skripsi ini ditulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan
Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif**

oleh
Arief Abi Karomi
5202412022

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2016**



**PENGARUH PENAMBAHAN ETANOL
DALAM BAHAN BAKAR PERTALITE TERHADAP
PERFORMA DAN EMISI GAS BUANG
MESIN 4 SILINDER**

SKRIPSI

**Skripsi ini ditulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan
Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif**

oleh
Arief Abi Karomi
5202412022

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2016**

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul “Pengaruh Penambahan Etanol dalam Bahan Bakar Peralite terhadap Performa dan Emisi Gas Buang Mesin 4 Silinder” telah dipertahankan di depan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang pada tanggal 3 bulan Oktober tahun 2016.


Oleh


Nama : Arief Abi Karomi
NIM : 5202412022
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif S1

Panitia Ujian :

Ketua

Sekretaris



Rusiyanto, S.Pd., M.T.
NIP. 197403211999031002

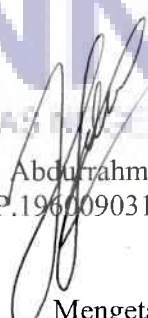

Dr. Dewi Widjanarko, S.Pd., S.T., M.T.
NIP. 196901061994031003


Penguji I

Penguji II/ Pembimbing I


Penguji III/ Pembimbing II


Drs. Winarno DR, M.Pd.
NIP.195210021981031001


Dr. Abdurrahman, M.Pd
NIP.196009031985031002


Wahyudi, S.Pd, M.Eng.
NIP.198003192005011001

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang


Dr. Nur Qudus, M.T.
NIP. 196911301994031001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama Mahasiswa : Arief Abi Karomi
NIM : 5202412022
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif S1
Fakultas : Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Pengaruh Penambahan Etanol dalam Bahan Bakar Pertalite terhadap Performa dan Emisi Gas Buang Mesin 4 Silinder” ini merupakan hasil karya saya sendiri dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi manapun, dan sepanjang pengetahuan saya dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Semarang,
Yang membuat pernyataan



Arief Abi Karomi
NIM. 5202412022

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

ABSTRAK

Karomi, Arief Abi. 2016. Pengaruh Penambahan Etanol dalam Bahan Bakar Pertalite terhadap Performa dan Emisi Gas Buang Mesin 4 Silinder. Skripsi. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Pembimbing (1) Dr. Abdurrahman, M.Pd. (2) Wahyudi, S.Pd, M.Eng.

Kata kunci: etanol, pertalite, performa, emisi gas buang

Meningkatnya jumlah kendaraan bermotor berdampak pada meningkatnya penggunaan bahan bakar dan polusi udara. Meningkatnya penggunaan bahan bakar akan berdampak terhadap ketersediaan bahan bakar sehingga harus diganti dengan bahan bakar alternatif yang selain dapat mengurangi polusi juga harus dapat meningkatkan performa mesin. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan etanol dalam bahan bakar pertalite terhadap performa dan emisi gas buang mesin 4 silinder.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan statistika deskriptif. Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian adalah EP₀ (pertalite murni), EP₅ (campuran etanol 5% dan pertalite 95%), EP₁₀ (campuran etanol 10% dan pertalite 90%), EP₁₅ (campuran etanol 15% dan pertalite 85%), EP₂₀ (campuran etanol 20% dan pertalite 80%), dan EP₂₅ (campuran etanol 25% dan pertalite 75%). Variabel terikat dalam penelitian ini adalah daya, torsi, dan emisi gas buang.

Hasil penelitian menunjukkan adanya pengaruh penambahan etanol dalam bahan bakar pertalite terhadap performa dan emisi gas buang mesin 4 silinder. Meningkatnya daya dan torsi disebabkan oleh adanya peningkatan angka oktan, sehingga temperatur pembakaran naik dan menghasilkan daya dan torsi maksimal. Daya dan torsi terbaik dihasilkan pada campuran EP₁₀ pada putaran 3000 dan 4000 rpm. Pada putaran 2000 rpm daya dan torsi terbaik dihasilkan oleh campuran EP₂₀ dan pada putaran 5000 rpm daya dan torsi terbaik dihasilkan oleh campuran EP₂₅. Menurunnya kadar emisi gas buang disebabkan oleh peningkatan kadar oksigen dalam bahan bakar yang mampu untuk menurunkan kadar CO dan HC pada emisi gas buang. Kadar emisi gas buang terbaik dihasilkan oleh campuran EP₂₀ dengan rata-rata CO 0,333 % vol, HC 112,667 ppm, dan CO₂ 15,953 % vol.

Saran dari penelitian ini adalah apabila ingin mengurangi kadar emisi gas buang sebaiknya menambahkan 20% etanol dalam bahan bakar pertalite. Perlu adanya pengujian untuk mengetahui kandungan dari campuran bahan bakar etanol dengan pertalite. Untuk pengujian selanjutnya dapat menggunakan etanol dengan kadar lebih tinggi.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat, nikmat, serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi ini dengan judul “Pengaruh Penambahan Etanol dalam Bahan Bakar Pertalite terhadap Performa dan Emisi Gas Buang Mesin 4 Silinder”. Skripsi ini ditulis dalam rangka menyelesaikan studi Strata 1 untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan di Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Proposal skripsi ini dapat terselesaikan berkat bimbingan, bantuan dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan penuh kerendahan hati penulis menyampaikan ucapan terimakasih atas bantuan dan dukungan dari berbagai pihak di antaranya :

1. Dr. Nur Qudus, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
2. Rusiyanto, S.Pd., M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
3. Dr. Dwi Widjanarko, S.Pd., ST., M.T selaku Ketua Prodi Pendidikan Teknik Otomotif Universitas Negeri Semarang
4. Dr. Abdurrahman, M.Pd selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan untuk memberikan bimbingan, arahan serta motivasi dalam penyusunan skripsi ini.

5. Wahyudi, S.Pd, M.Eng selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan untuk memberikan bimbingan, arahan serta motivasi dalam penyusunan skripsi ini.
6. Bapak, Ibu serta keluargaku yang selalu mendukung dan mendoakan.
7. Seluruh keluarga besar mahasiswa Pendidikan Teknik Otomotif 2012.

Penulis menyadari bahwasanya masih banyak kekurangan, baik dari segi tulisan maupun isi. Oleh karenanya penulis berharap masukan kritik serta saran yang membangun. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak baik bagi akademisi, pembaca, serta perkembangan ilmu pengetahuan.

Semarang,

2016

Penulis



UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
PRAKATA	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	2
C. Pembatasan Masalah	3
D. Rumusan Masalah	3
E. Tujuan Penelitian	4
F. Manfaat Penelitian	4
BAB II. KAJIAN PUSTAKA	
A. Kajian Teori	5
1. Bahan Bakar	5
2. Bahan Bakar Pertalite	9
3. Etanol	11

4. Nilai Oktan.....	13
5. Nilai Kalor.....	14
6. Pembakaran pada Motor Bensin.....	15
7. Performa Mesin.....	17
8. Emisi Gas Buang.....	19
B. Kajian Penelitian yang Relevan.....	24
C. Kerangka Pikir Penelitan.....	26
D. Hipotesis.....	27
BAB III. METODE PENELITIAN	
A. Bahan Penelitian.....	29
B. Alat dan Skema Peralatan Penelitian.....	30
C. Prosedur Penelitian.....	32
1. Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian.....	32
2. Proses Penelitian.....	33
3. Metode Penelitian.....	37
4. Variabel Penelitian.....	38
5. Tempat Pelaksanaan Penelitian.....	38
6. Data Penelitian.....	39
7. Analisis Data.....	40
BAB IV. HASIL PENELITIAN	
A. Hasil Penelitian.....	43
1. Hasil Pengujian Performa Mesin.....	43
2. Hasil Pengujian Emisi Gas Buang.....	47

B. Pembahasan.....	49
1. Performa Mesin.....	49
2. Emisi Gas Buang.....	50
C. Keterbatasan Penelitian.....	53
BAB V. PENUTUP	
A. Simpulan.....	54
B. Saran Pemanfaatan Hasil Penelitian.....	54
DAFTAR PUSTAKA.....	56
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	59



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Jumlah Kendaraan Bermotor Kota Semarang Tahun 2013.....	1
Tabel 2.1 Nilai-nilai Oktan dari Jenis Bahan Bakar Beserta	
Rasio Kompresi.....	9
Tabel 2.2 Standar dan Mutu Bahan Bakar Jenis Bensin.....	9
Tabel 2.3 Properti Alkohol.....	13
Tabel 3.1 Spesifikasi <i>dynamometer</i>	30
Tabel 3.2 Spesifikasi STARGAS 898.....	30
Tabel 3.3 Hasil Uji Peralite.....	33
Tabel 3.4 Lembar Data Pengujian Daya.....	39
Tabel 3.5 Lembar Data Pengujian Torsi.....	39
Tabel 3.6 Lembar Data Pengujian Emisi CO.....	40
Tabel 3.7 Lembar Data Pengujian Emisi HC.....	40
Tabel 3.8 Lembar Data Pengujian Emisi CO ₂	40
Tabel 3.9 Rata-rata Pengujian Daya.....	41
Tabel 3.10 Rata-rata Pengujian Torsi.....	41
Tabel 3.11 Rata-rata Pengujian Emisi CO.....	41
Tabel 3.12 Rata-rata Pengujian Emisi HC.....	41
Tabel 3.13 Rata-rata Pengujian Emisi CO ₂	42
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Daya (kW).....	43
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Torsi (Nm).....	45
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Emisi Gas Buang.....	47

Tabel 4.4 Kendaraan Bermotor Kategori M, N, dan O 52



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Grafik Pembakaran Motor Bensin.....	15
Gambar 2.2 Keseimbangan Energi pada Motor Bakar.....	17
Gambar 2.3 Sumber Emisi Gas Buang.....	20
Gambar 2.4 Konsentrasi Emisi Kendaraan Bermotor.....	21
Gambar 2.5 Kerangka Pikir Penelitian.....	27
Gambar 3.1 Skema Pengujian Daya, Torsi, dan Emisi Gas Buang.....	31
Gambar 3.2 Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian.....	32
Gambar 4.1 Grafik Daya terhadap Putaran Mesin.....	44
Gambar 4.2 Grafik Daya terhadap Variasi Campuran Bahan Bakar.....	44
Gambar 4.3 Grafik Torsi terhadap Putaran Mesin.....	46
Gambar 4.4 Grafik Torsi terhadap Variasi Campuran Bahan Bakar.....	46
Gambar 4.5 Grafik Kadar Emisi terhadap Variasi Campuran Bahan Bakar ..	48



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Tugas Dosen Pembimbing.....	60
Lampiran 2. Surat Penelitian Emisi Gas Buang.....	61
Lampiran 3. Surat Keterangan Selesai Penelitian.....	62
Lampiran 4. Data Hasil pengujian Performa.....	64
Lampiran 5. Data Hasil Pengujian Emisi Gas Buang.....	82
Lampiran 6. Dokumentasi.....	88
Lampiran 7. Reaksi Pembakaran Etanol dan Peralite.....	90



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Berbanding lurus dengan meningkatnya kebutuhan manusia terhadap penggunaan alat transportasi berdampak pula terhadap peningkatan jumlah kendaraan bermotor di Indonesia.

Tabel 1.1 Jumlah Kendaraan Bermotor Kota Semarang Tahun 2013
(Badan Pusat Statistik Kota Semarang, 2016)

Jenis Kendaraan Bermotor	Jumlah
Bus	445
<i>Truck</i>	1474
Taksi	2024
Oplet	1355
Mobil Dinas/Pribadi	33523
Sepeda Motor	151286
Jumlah Total	190107

Sesuai dengan data Badan Pusat Statistik Kota Semarang jenis kendaraan dengan jumlah terbanyak masih didominasi oleh sepeda motor dan mobil dinas ataupun mobil pribadi. Hal tersebut memiliki dampak terhadap meningkatnya penggunaan bahan bakar minyak dan peningkatan polusi yang berasal dari gas buang kendaraan. Polusi berdampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan manusia, hal itu dapat dihilangkan dengan menekan polutan sampai ke titik yang tidak membahayakan lingkungan (Ellyanie, 2011:438).

Pada saat ini sudah mulai banyak dikembangkan bahan bakar alternatif dengan tujuan sebagai pengganti ataupun bahkan pencampur bahan bakar. Bahan bakar pencampur tersebut harus bisa digunakan untuk mengurangi penggunaan

minyak bumi serta kualitas emisi yang dihasilkan harus bisa lebih baik (Arijanto dan Haryadi, 2006:19). Salah satunya adalah etanol yang asalnya dari tumbuhan jagung, gandum, dan lainnya. Etanol merupakan bahan bakar beroktan tinggi yang dapat digunakan sebagai peningkat nilai oktan dalam bensin (Sarjono dan Putra, 2013:4). Etanol mengandung oksigen sehingga menyempurnakan pembakaran bahan bakar dengan efek positif meminimalkan pencemaran udara. Chandra dalam Winarno (2011:34) menjelaskan bahwa efek dari penambahan etanol pada bensin selain mampu untuk meningkatkan performa motor bensin menjadi lebih baik, penambahan etanol pada bensin juga mampu untuk mengurangi emisi dari motor bensin. Penambahan etanol mampu menciptakan pembakaran yang lebih sempurna dengan adanya penurunan nilai emisi karbon monoksida (CO) dan peningkatan karbondioksida (CO₂) (Agrariksa dkk., 2013:203).

Pada pertengahan tahun 2015 Pertamina mengeluarkan bahan bakar baru yaitu pertalite. Bahan bakar pertalite memiliki *Research Octane Number* (RON) yang lebih tinggi dari premium yaitu 90. Dengan adanya bahan bakar baru tersebut diharapkan konsumen dapat beralih dari premium ke pertalite dengan jaminan kualitasnya lebih baik dari premium seperti apa yang dijelaskan oleh Pertamina. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka penting untuk adanya penelitian tentang pengujian performa dan emisi gas buang kendaraan menggunakan campuran bahan bakar pertalite dengan etanol.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada maka identifikasi masalah yang akan dibahas yaitu:

1. Meningkatnya jumlah kendaraan berdampak pada meningkatnya penggunaan bahan bakar dan polusi udara.
2. Meningkatnya penggunaan bahan bakar akan berdampak pada menurunnya ketersediaan bahan bakar sehingga harus diganti dengan bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan.
3. Meningkatnya polusi udara memiliki dampak buruk terhadap lingkungan dan kesehatan manusia.
4. Bahan bakar alternatif selain untuk mengurangi polusi juga harus bisa meningkatkan performa dari mesin.

C. Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Etanol yang digunakan mempunyai kadar alkohol mencapai 96 persen.
2. Pengujian performa dilakukan pada parameter torsi dan daya.
3. Pengujian emisi gas buang dilakukan pada perhitungan kadar Karbon monoksida (CO), Hidrokarbon (HC), dan Karbondioksida (CO₂).

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang ada maka, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh penambahan etanol dalam bahan bakar pertalite terhadap performa mesin 4 silinder?
2. Bagaimana pengaruh penambahan etanol dalam bahan bakar pertalite terhadap emisi gas buang mesin 4 silinder?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Untuk mengetahui pengaruh penambahan etanol dalam bahan bakar pertalite terhadap performa mesin 4 silinder.
2. Untuk mengetahui pengaruh penambahan etanol dalam bahan bakar pertalite terhadap emisi gas buang mesin 4 silinder.

F. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini yaitu:

1. Penghematan bahan bakar minyak melalui pemanfaatan bahan bakar alternatif.
2. Peningkatan kualitas dari bahan bakar dengan penambahan etanol pada pertalite sehingga menghasilkan performa dan emisi gas buang yang ramah lingkungan.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Bahan Bakar

Bahan bakar merupakan setiap material yang dapat terbakar dan melepaskan energi. Bahan bakar secara umum terdiri dari hidrogen dan karbon dan dituliskan dengan rumus umum berupa C_nH_m (Muchammad, 2010:31). Bahan bakar merupakan material, zat atau benda yang digunakan dalam proses pembakaran untuk menghasilkan energi panas (Raharjo dan Karnowo, 2008:37).

Bahan bakar dibagi menjadi tiga jenis, yaitu:

- a. Bahan bakar fosil.
- b. Bahan bakar mineral.
- c. Bahan bakar nabati atau organik.

Sampai dengan saat ini bahan bakar yang sering digunakan adalah jenis bahan bakar cair dan fosil. Diantaranya yaitu bensin dan solar yang banyak digunakan untuk bahan bakar mesin pada motor bakar.

Syarat utama yang harus dipenuhi bahan bakar yang akan digunakan dalam motor bakar yaitu:

- a. Proses pembakarannya harus cepat dan panas yang dihasilkan harus tinggi.
- b. Bahan bakar tidak meninggalkan endapan setelah pembakaran, karena akan merusak dinding silinder.
- c. Gas sisa pembakaran harus tidak berbahaya pada saat terbang ke atmosfer.

Sifat pada masing-masing bahan bakar berbeda. Sifat ini akan menentukan dalam proses pembakarannya, sifat yang kurang menguntungkan dapat disempurnakan dengan menambahkan bahan kimia ke dalam bahan bakar tersebut (Suprpto, 2004:33).

Suprpto (2004:25-29) menjelaskan sifat-sifat fisika bahan bakar minyak yaitu:

a. Berat Jenis.

Berat jenis atau *specific gravity* adalah suatu perbandingan berat dari bahan bakar minyak dengan berat dari air dalam volume yang sama, dengan suhu yang sama pula (60° F). Bahan bakar minyak umumnya mempunyai berat jenis antara 0,82-0,96 dengan kata lain minyak lebih ringan dari pada air. Dalam perdagangan internasional, berat jenis dinyatakan dalam *API Gravity* atau derajat API (*American Petroleum Institute*). API menunjukkan kualitas dari minyak tersebut, makin kecil berat jenis atau makin tinggi derajat API berarti makin baik pula kualitas minyak tersebut, karena lebih banyak mengandung bensin.

b. Viskositas.

Viskositas adalah suatu ukuran dari besar perlawanan zat cair untuk mengalir. Viskositas atau kekentalan sangat penting bagi penggunaan bahan bakar minyak pada motor bakar maupun mesin industri, karena berpengaruh terhadap bentuk dan tipe mesin yang menggunakan bahan bakar tersebut.

c. Nilai Kalor.

Nilai kalor adalah besar panas yang diperoleh dari pembakaran suatu bahan bakar di dalam zat asam. Makin tinggi berat jenis minyak bakar, makin

rendah nilai kalori yang diperolehnya. Misalnya bahan bakar minyak dengan berat jenis 0,75 atau grafitasi API 70,6 mempunyai nilai kalor 11.700 kal/kg.

d. Titik Tuang.

Titik tuang suatu minyak adalah suhu terendah minyak yang keadaannya masih dapat mengalir karena berat sendiri. Titik tuang diperlukan sehubungan dengan kondisi dari pengilangan dan pemakaian dari minyak tersebut. Sehingga diharapkan minyak masih bisa dipompakan atau mengalir pada suhu dibawah titik tuang.

e. Titik Didih.

Titik didih adalah suhu ketika tekanan uap suatu zat cair sama dengan tekanan luar yang dialami oleh cairan. Titik didih minyak sesuai dengan grafitasinya. Minyak dengan grafitasi API rendah maka titik didihnya tinggi, dan untuk minyak dengan grafitasi API tinggi maka titik didihnya rendah.

f. Titik Nyala.

Titik nyala adalah suhu terendah suatu bahan bakar minyak yang dapat menimbulkan nyala api dalam sekejap apabila permukaan bahan bakar tersebut dipercikkan api. Pada bahan bakar dengan grafitasi API yang tinggi maka titik didihnya rendah, sehingga titik nyala bahan bakar tersebut juga rendah. Artinya bahan bakar tersebut akan mudah untuk terbakar.

g. Kadar Abu

Kadar abu adalah sisa-sisa bahan bakar minyak yang tertinggal setelah semua bagian terbakar dalam proses pembakaran. Berdasarkan kadar abu yang

ada dalam bahan bakar minyak akan dapat diperkirakan banyaknya kandungan logam dalam minyak tersebut.

h. Air dan Endapan

Air yang terkandung dalam bahan bakar minyak dapat menyebabkan pembakaran yang tidak sempurna, sedangkan endapan dapat memperbanyak jumlah gas sisa pembakaran dan abu. Kandungan air dan endapan dalam minyak tidak boleh lebih dari 0,5%.

i. Warna

Warna dalam bahan bakar minyak dipengaruhi oleh berat jenisnya. Untuk minyak dengan berat jenis yang tinggi memiliki warna hijau kehitaman dan untuk minyak dengan berat jenis yang rendah warnanya akan cokelat kehitaman. Hal ini disebabkan oleh adanya kotoran dan endapan dalam bahan bakar minyak tersebut.

j. Bau

Bau dari bahan bakar dipengaruhi oleh molekul aromatik yang terkandung di dalamnya. Bahan bakar minyak di Indonesia pada umumnya mengandung senyawa Nitrogen atau Belerang dan juga H_2S .

Kristanto dkk., (2001:57) menjelaskan bahwa makin tinggi angka oktan maka makin rendah kecenderungan bahan bakar untuk terjadi *knocking*. Motor dengan perbandingan kompresi yang tinggi memerlukan angka oktan yang lebih tinggi juga untuk mengurangi *knocking*. Dengan melihat nilai oktan dari suatu bahan bakar kita dapat menentukan karakteristik bahan bakar tersebut selain itu, untuk bahan bakar dengan nilai oktan tinggi dikhususkan untuk mesin dengan kompresi yang tinggi juga untuk mendapatkan tenaga yang lebih tinggi.

Berikut ini adalah nilai oktan dari jenis bahan bakar.

Tabel 2.1 Nilai-Nilai Oktan dari Jenis Bahan Bakar Beserta Rasio Kompresi (<http://www.hondacengkareng.com/faq/tabel-bahan-bakar-ideal-motor-honda-sesuai-rasio-kompresi-mesin/>)

Jenis BBM	Nilai Oktan	Rasio Kompresi
Premium	88	7:1 – 9:1
Pertalite	90	9:1 – 10:1
Pertamax	92	10:1 – 11:1
Pertamax Plus	95	11:1 – 12:1

2. Bahan Bakar Pertalite

Bahan bakar Pertalite adalah bahan bakar minyak terbaru dari Pertamina dengan RON 90. Bahan bakar pertalite direkomendasikan untuk kendaraan dengan kompresi 9:1 sampai 10:1 dan khususnya untuk kendaraan yang telah menggunakan sistem EFI (*Electronic Fuel Injection*) dan *catalytic converter*. Selain itu dengan RON 90 diharapkan pertalite dapat membuat pembakaran pada mesin kendaraan lebih baik dibandingkan dengan premium dengan RON 88. Bahan bakar pertalite diluncurkan oleh Pertamina untuk memenuhi syarat Keputusan Dirjen Migas No.313.K/10/DJM.T/2013 tentang spesifikasi BBM dengan RON 90.

Tabel 2.2 Standar dan Mutu Bahan Bakar Jenis Bensin 90

No	Karakteristik	Satuan	Batasan		Metode Uji		
			Min.	Maks.	ASTM	Lain	
1	Bilangan Oktan						
	Angka Oktan Riset (RON)	RON	90	-	D 2699		
	Angka Oktan Motor (MON)	MON	Dilaporkan		D 2700		
2	Stabilitas Oksidasi	Menit	360		D 525		
3	Kandungan sulfur	% m/m	-	0,05	D 2622		
					Atau D		
					4294		
					Atau D		
					7039		
4	Kandungan Timbal (Pb)	g/l	-injeksi timbal tidak		D 3237		

5	Kandungan Logam (mangan, besi)	Mg/l	dijinkan -dilaporkan Tidak terdeteksi	D 3831	IP74
6	Kandungan Oksigen	% m/m	- 2,7	D 4815	
7	Kandungan Olefin	% v/v		D 1319	
8	Kandungan Aromatik	% v/v		D 1319	
9	Kandungan Benzena	% v/v		D 4420	
10	Distilasi:				
	10% vol. Penguapan	⁰ C	- 74		
	50% vol. Penguapan	⁰ C	88 125	D 86	
	90% vol. Penguapan	⁰ C	- 180		
	Titik didih akhir	⁰ C	- 215		
	Residu	% vol	- 2		
11	Sedimen	mg/l	- 1	D 5452	
12	<i>Unwashed gum</i>	mg/100ml	- 70	D 381	
13	<i>Washed gum</i>	mg/100ml	- 5	D 381	
14	Tekanan uap	kPa	45 69	D 5191	
				atau	
				D1298	
15	Berat jenis (pada suhu 15 ⁰ C)	Kg/m ³	715 770	D 4052	
				atau	
				D323	
16	Korosi bilah tembaga	Menit	Kelas I	D 130	
17	Sulfur mercaptan	% massa	- 0,002	D 3227	
18	Penampilan visual		Jernih dan terang		
19	Bau		Dapat dipasarkan		
20	Warna		Hijau		
21	Kandungan pewarna	g/100	- 0,13		

Sumber: (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Direktorat Jendral Minyak dan Gas Bumi)

Pertalite membuat pembakaran pada mesin kendaraan lebih baik dibandingkan dengan premium. Purponegoro (2015) adapun keunggulan pertalite yaitu:

- a. *Durability*, pertalite dikategorikan sebagai bahan bakar kendaraan yang memenuhi syarat dasar *durability* atau ketahanan, dimana bahan bakar ini tidak akan menimbulkan gangguan serta kerusakan mesin.

- b. *Fuel economy*, kesesuaian oktan 90 pada pertalite dengan perbandingan kompresi kendaraan yang beroperasi sesuai dengan rancangannya. Perbandingan *Air Fuel Ratio* (AFR) yang lebih tinggi dengan konsumsi bahan bakar menjadikan kinerja mesin lebih optimal dan efisien untuk menempuh jarak yang lebih jauh.
- c. *Performance*, kesesuaian angka oktan pertalite dan aditif yang dikandungnya dengan spesifikasi mesin akan menghasilkan performa mesin yang lebih baik dibandingkan ketika menggunakan oktan 88. Hasilnya adalah torsi mesin lebih tinggi dan kecepatan meningkat.

3. Etanol

Etanol dikenal dengan nama alkohol yang memiliki rumus molekul C_2H_5OH . Etanol merupakan bahan kimia dalam bentuk cairan yang bening, tidak berwarna, mudah menguap, memiliki aroma yang tajam, dan terasa pedih di kulit (Wiratmaja, 2010:18). Alkohol atau etanol merupakan bahan kimia yang diproduksi dari bahan baku tanaman yang mengandung pati seperti ubi kayu, ubi jalar, jagung, dan sagu (Nurdyastuti, 2005:75). Etanol adalah bahan bakar beroktan tinggi dan dapat digunakan untuk meningkatkan nilai oktan dalam bensin (Sarjono dan Putra, 2013:4).

Alkohol pada umumnya mengandung 95 persen etanol dan 5 persen air. Dalam kehidupan sehari-hari etanol digunakan sebagai pelarut, bahan anti septik, bahan baku pembuatan eter, serta minuman keras. Etanol juga dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif dan relatif aman terhadap lingkungan. Secara singkat proses produksi etanol dibagi menjadi tiga tahap, yaitu proses gelatinasi,

proses fermentasi dan proses distilasi. Nurdyastuti (2005:78) menjelaskan bahwa hasil fermentasi pada umumnya hanya menghasilkan etanol dengan kemurnian 30 sampai 40 persen, oleh karena itu untuk memurnikan etanol menjadi berkadar lebih dari 95 persen agar dapat digunakan sebagai bahan bakar harus melalui proses distilasi. Menurut Sarjono dan Putra (2013:4) penggunaan etanol sebagai tambahan bahan bakar bensin mempunyai beberapa kelebihan dan kelemahan diantaranya yaitu:

- a. Kelebihan dari penambahan etanol dalam bahan bakar bensin: Alkohol dapat menyerap kelembaban dalam tangki bahan bakar, Penambahan alkohol sebesar sepuluh persen dapat meningkatkan nilai oktan sebesar kurang lebih 3 poin, Alkohol dapat membersihkan sistem bahan bakar, Alkohol dapat mengurangi emisi CO karena mengandung oksigen.
- b. Kelemahan dari penggunaan etanol dalam bahan bakar bensin: Alkohol dapat menyumbat saringan bahan bakar, Alkohol meningkatkan *volatility* bahan bakar sebesar 0,5 psi dan dapat menyebabkan masalah saat berkendara pada cuaca panas, Alkohol dapat menyerap air dan terpisah dari bensin, terutama pada temperatur rendah dan menyebabkan mesin sulit untuk dihidupkan.

Pada umumnya etanol memiliki angka oktan 107-109, *density* 0,79 kg/L, A/F rasio 9, LHV sebesar 26.900 kcal/kg, panas penguapan sebesar 840 kJ/kg dan *autoignition temperatur* 423 °C (Sarjono dan Putra, 2013:4). *Volatility* pada bahan bakar menunjukkan kemampuan bahan bakar untuk menguap dan sifat ini penting, karena jika bahan bakar tidak cepat menguap maka bahan bakar akan sulit untuk bisa tercampur dengan udara pada saat pembakaran (Handayani,

2007:100). *Volatility* pada etanol lebih rendah dan energi yang dihasilkan akan lebih rendah jika dibandingkan dengan premium. Tetapi angka oktan yang dimiliki etanol lebih tinggi dari premium dan dapat digunakan untuk kompresi mesin yang lebih tinggi.

Tabel 2.3 Properti Alkohol (Kristanto, 2015:78)

	Isooktan	Metanol	Etanol
Formula	C ₈ H ₁₈	CH ₃ OH	C ₂ H ₅ OH
Berat molekul	114,224	32,042	46,07
Karbon/hidrogen (berat)	5,25	3,0	4,0
% karbon (berat)	84,0	37,5	52,17
% hidrogen (berat)	16,0	12,5	13,4
% oksigen (berat)	0	50,0	34,78
Titik didih @ 1 atm °C	99,239	64,5	78,40
Titik beku @ 1 atm °C	-107,378	-97,778	-80,00
Kerapatan @ 15,5°C lb/gal	5,795	6,637	6,63
Viskositas @ 20°C/1 atm, centipois	0,503	0,596	1,20
Kalor spesifik @ 25°C/1 atm, BTU/lb	0,5	0,6	0,6
Kalor penguapan, @ titik didih/1 atm, BTU/lb	116,69	473,0	361,0
Kalor penguapan/1 atm	132,0	503,3	-
Kalor pembakaran, @ 25°C, BTU/lb			
Kalor pembakaran atas	20555	9776	12780
Kalor pembakaran bawah	19065	8593	11550
Stoikiometri lb udara/lb bahan bakar	15,13	6,463	9,0
RON	100	106	105
Temperatur nyala api, °C	-42,778	11,112	12,778
Temperatur penyalaan sendiri, °C	257,23	463,889	422,778
Panas laten penguapan @ 20°C, kJ/kg	349	1177	921,36
Bilangan cetana	-	5	8

4. Nilai oktan

Nilai oktan adalah indikator dari bahan bakar untuk mesin pembakaran mesin bensin, yang menunjukkan seberapa kuat bahan bakar tersebut tidak terbakar dengan sendirinya (Sarjono dan Putra, 2013:5). Angka oktan yang dimiliki oleh etanol lebih tinggi dari pada pertalite. Jika campuran udara dan bahan bakar terbakar sebelum waktunya akan menimbulkan fenomena *knocking*

yang memiliki potensi untuk menurunkan daya mesin, bahkan mampu menimbulkan kerusakan serius pada komponen mesin (Handayani, 2007:100).

Bensin dengan bilangan oktan yang tinggi memiliki periode penundaan yang panjang. Oleh karena itu lebih sesuai untuk motor bensin dengan perbandingan kompresi yang tinggi. Dengan adanya bensin dengan bilangan oktan yang tinggi hambatan yang disebabkan oleh detonasi berangsur-angsur dapat diatasi (Arismunandar, 1977:85).

5. Nilai kalor

Nilai kalor atau *heating value* dari bahan bakar merupakan ukuran panas dari reaksi pada volume konstan dan keadaan standar untuk pembakaran sempurna satu mol pada bahan bakar (Muchammad, 2010:31). Nilai kalor pada etanol sekitar 67% nilai kalor bensin, hal ini disebabkan oleh adanya oksigen dalam struktur etanol (Handayani, 2007:100).

Nilai kalor pada bahan bakar terdiri dari:

a. Nilai Kalor Atas

Nilai kalor atas atau *highest heating value* (HHV) atau *gross heating value* (GHV) merupakan nilai kalor yang diperoleh dari pembakaran 1 kg bahan bakar dengan memperhitungkan panas kondensasi uap, jenis air yang dihasilkan dari pembakaran berwujud cair (Napitupulu, 2006:60).

b. Nilai Kalor Bawah

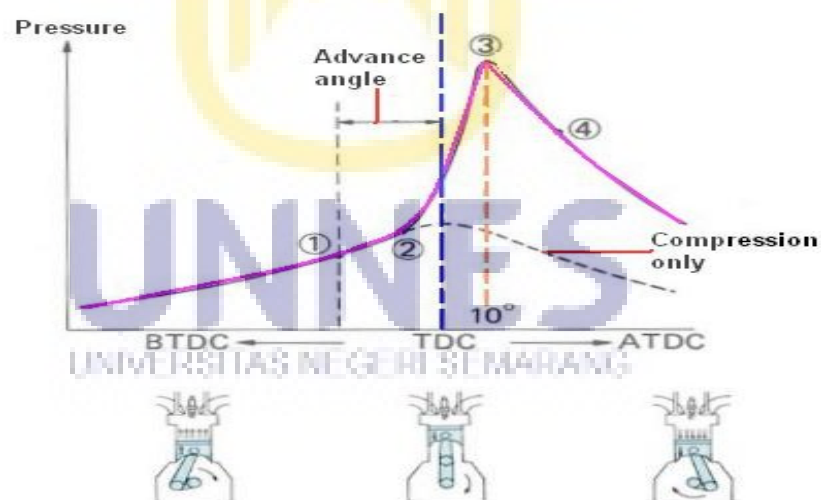
Nilai kalor bawah atau *lowest heating value* (LHV) merupakan nilai kalor yang diperoleh dari pembakaran 1 kg bahan bakar tanpa memperhitungkan

panas kondensasi uap, jenis air yang dihasilkan dari pembakaran berwujud gas atau uap (Napitupulu, 2006:60).

Jika suatu bahan bakar diketahui nilai kalor atasnya atau *highest heating value* (HHV), maka untuk menghitung nilai kalor bawah atau *lowest heating value* (LHV) dapat dihitung dengan persamaan: $LHV = HHV - 3240 \text{ (kJ/kg)}$

6. Pembakaran pada Motor Bensin

Pembakaran pada motor bensin diawali oleh percikan bunga api dari busi yang terjadi beberapa derajat poros engkol sebelum torak mencapai titik mati atas (Wiratmaja, 2010:18). Proses pembakaran pada suatu mesin terjadi dalam beberapa tingkatan yang digambarkan dalam grafik dengan hubungan antara tekanan dan perjalanan poros engkol. Berikut merupakan grafik tingkatan pembakaran:



Keterangan:

- 1 = saat pengapian
- 2 = mulai pembakaran bahan bakar
- 3 = tekanan maksimum pembakaran
- 4 = akhir pembakaran

Gambar 2.1 Grafik Pembakaran Motor Bensin.
(<http://slideplayer.info/slide/4095828/>)

Berdasarkan Gambar 2.1 campuran bahan bakar dengan udara yang dihisap lalu dikompresikan. Tekanan dan temperatur di dalam ruang bakar mengalami peningkatan selama langkah kompresi dan campuran bahan bakar dengan udara akan sangat mudah untuk terbakar. Sebelum piston mencapai titik mati atas (TMA), terjadi penyalaan bunga api oleh busi sehingga terjadi proses pembakaran yang mengakibatkan tekanan dan temperatur akan semakin tinggi. Puncaknya terjadi setelah piston melewati TMA. Hal ini terjadi agar piston terdorong menuju ke titik mati bawah (TMB) dengan tekanan yang tinggi hingga akhir pembakaran. Pada saat piston bergerak dari TMA ke TMB tekanan perlahan akan menurun.

Secara umum proses pembakaran pada motor bensin dibedakan menjadi dua bagian yaitu:

a. Pembakaran sempurna

Pembakaran sempurna adalah pembakaran dimana semua unsur yang dapat terbakar di dalam bahan bakar akan membentuk gas CO_2 dan H_2O , sehingga tidak ada lagi bahan bakar yang tersisa (Wiratmaja, 2010:18).

b. Pembakaran tidak sempurna

Pembakaran yang tidak sempurna akan menimbulkan gejala mesin yang disebut dengan detonasi. Hal tersebut terjadi karena pada proses pembakaran yang tidak serentak pada saat langkah kompresi belum berakhir atau saat busi belum memercikkan bunga api dan ditandai dengan adanya pengapian sendiri yang muncul mendadak pada bagian akhir campuran (Wiratmaja, 2010:18). Dengan kata lain campuran bahan bakar yang sudah terbakar akan menekan campuran

bahan bakar yang belum terbakar, sehingga temperaturnya naik dan menyala dengan sendirinya.

7. Performa Mesin

Performa mesin merupakan kemampuan mesin motor bakar untuk merubah energi masuk yaitu dari bahan bakar sehingga menghasilkan daya yang berguna. Pada motor bakar tidak mungkin bisa merubah semua energi bahan bakar menjadi daya yang berguna. Dari seratus persen bahan bakar hanya menghasilkan 25 persen daya berguna dan energi yang lainnya akan digunakan untuk menggerakkan asesoris, gesekan, dan sebagian terbuang sebagai panas gas buang dan melalui air pendingin. Jika digambarkan dengan hukum termodinamika kedua yaitu “tidak mungkin membuat sebuah mesin yang mengubah semua energi panas yang masuk menjadi kerja” (Raharjo dan Karnowo, 2008:93).



Gambar 2.2 Keseimbangan Energi Pada Motor Bakar.
(Raharjo dan Karnowo, 2008:93)

Daya dan torsi motor atau kemampuan motor dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya volume silinder, perbandingan kompresi, efisiensi volumetrik, dan kualitas bahan bakar. Menganalisis performa mesin berfungsi untuk mengetahui konsumsi bahan bakar, perbandingan bahan bakar dengan udara, dan

daya keluaran dari mesin. Berikut ini parameter yang digunakan untuk menunjukkan unjuk kerja mesin:

a. Torsi mesin

Torsi atau momen puntir adalah suatu ukuran kemampuan motor untuk menghasilkan kerja (Wiratmaja, 2010:20). Hal tersebut diperjelas oleh Raharjo dan Karnowo (2008:98) yang menjelaskan bahwa torsi merupakan ukuran kemampuan mesin untuk melakukan kerja jadi, torsi merupakan suatu energi. Besar torsi adalah besaran turunan yang biasa digunakan untuk menghitung energi yang dihasilkan dari benda yang berputar pada porosnya. Piston bergerak menghasilkan gaya F yang memutar poros engkol dimana panjang engkol sebesar b , sehingga torsi dapat ditentukan dengan rumus:

$$T = F \times b \text{ (N.m)}$$

Dimana:

T = torsi benda berputar (N.m).

F = gaya radial dari benda yang berputar (N).

b = jari-jari engkol (m).

b. Daya Mesin

Wiratmaja (2010:20) mendefinisikan daya sebagai hasil dari kerja, atau dengan kata lain daya merupakan kerja atau energi yang dihasilkan mesin per satuan waktu mesin itu sedang beroperasi. Daya yang dihasilkan pada proses pembakaran biasanya disebut daya indikator. Daya tersebut kemudian diteruskan pada torak yang bekerja bolak-balik di dalam silinder mesin. Di dalam silinder

mesin terjadi perubahan energi dari energi kimia bahan bakar dengan proses pembakaran menjadi energi mekanik pada torak (Raharjo dan Karnowo, 2008:99). Menghitung besar daya pada motor empat langkah digunakan rumus sebagai berikut:

$$P = \frac{2 \cdot \pi \cdot n \cdot T}{60} \text{ Nm/s (Watt)}$$

Dimana:

P= Daya (Watt).

n= Putaran mesin (rpm).

T= Torsi mesin (Nm).

Dari rumus tersebut daya motor dapat diketahui besarnya setelah mengetahui besar torsi (T) dan putaran mesin (n) yang dihasilkan oleh motor tersebut.

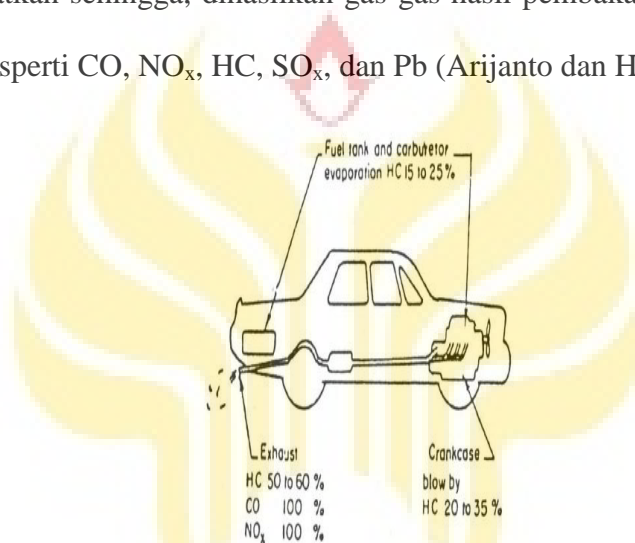
Ada beberapa hal yang berpengaruh terhadap unjuk kerja atau performa mesin, antara lain yaitu besarnya perbandingan kompresi, tingkat homogenitas campuran bahan bakar dengan udara, angka oktan pada bahan bakar, dan tekanan udara yang masuk ke ruang bakar (Handayani, 2007:99).

8. Emisi Gas Buang

Emisi gas buang adalah polutan yang mengotori udara yang dihasilkan dari gas buang kendaraan (Suyanto, 1989:345). Ellyanie (2011:438) menjelaskan bahwa emisi gas buang yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar dan udara terdiri dari komponen gas yang sebagian besar merupakan polusi bagi lingkungan hidup. Besarnya emisi gas buang pada motor bensin seiring dengan besarnya penambahan jumlah campuran udara dan bahan bakar. Dapat disimpulkan bahwa semakin kaya campuran udara dan bahan bakar maka akan

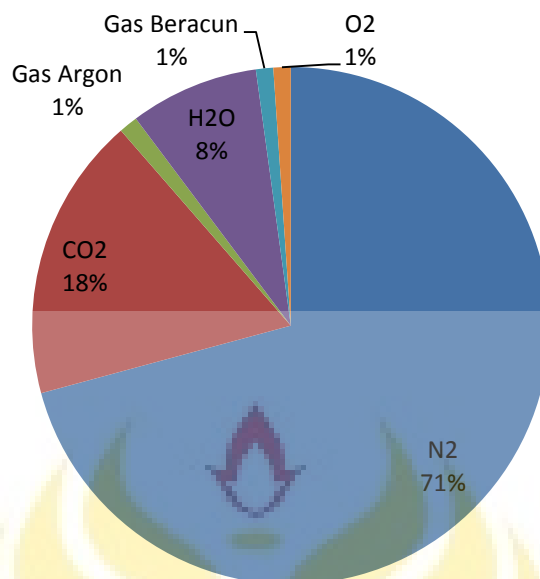
semakin besar konsentrasi NO_x , CO , dan asap, sementara semakin kurus campuran udara dan bahan bakar maka konsentrasi NO_x , CO , dan asap akan tetapi HC sedikit mengalami peningkatan (Arifin dan Sukoco, 2009:35).

Dalam reaksi pembakaran aktual, diusahakan agar tidak menghasilkan gas CO karena bersifat racun. Pembakaran sempurna pada mesin sangat sulit untuk didapatkan sehingga, dihasilkan gas-gas hasil pembakaran yang berbahaya dan beracun seperti CO , NO_x , HC, SO_x , dan Pb (Arijanto dan Haryadi, 2006:21).



Gambar 2.3 Sumber Emisi Gas Buang
(Arijanto dan Haryadi, 2006:21)

Gas buang pada umumnya terdiri dari gas yang tidak beracun N_2 (nitrogen), CO_2 (Karbon Dioksida) dan H_2O (Uap Air). Sebagian kecil merupakan gas beracun seperti NO_x , HC, dan CO (Arifin dan Sukoco, 2009:34). Gas buang dengan sifat racun yang dikeluarkan oleh kendaraan bermotor seperti yang tampak pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Konsentrasi Emisi Kendaraan Bermotor.
(Arifin dan Sukoco, 2009:34)

Sebagian besar gas buang terdiri dari 72 persen N₂, 18,1 persen CO₂, 8,2 persen H₂O, 1,2 persen gas argon, 1,1 persen O₂ dan 1,1 persen gas beracun yang terdiri dari 0,13 persen NO_x, 0,09 persen HC dan 0,9 persen CO (Arifin dan Sukoco, 2009:34).

Proses pembentukan polutan:

a. Polutan Hidrokarbon (HC)

Senyawa Hidrokarbon (HC) merupakan ikatan kimia dari Carbon (C) dan Hydrogen (H). Senyawa HC bersumber dari kendaraan bermotor 57%, penyulingan minyak, dan generator power 43% (Arifin dan Sukoco, 2009:38). Sebab timbulnya senyawa HC yaitu adanya temperatur rendah di dinding-dinding ruang bakar, adanya *missfire* atau terjadi gagal pengapian, dan adanya overlap intake valve (kedua valve sama-sama terbuka) sehingga HC berfungsi sebagai gas pembilas atau pembersih. Akibat dari bertambahnya HC yaitu akan merusak

sistem pernafasan manusia dan selain itu dapat menimbulkan mata menjadi pedas. Senyawa HC terjadi karena bahan bakar belum terbakar tetapi sudah terbang dengan gas buang akibat dari pembakaran yang kurang sempurna dan penguapan bahan bakar (Siswantoro dkk., 2011:77).

Senyawa Hidrokarbon (HC) dibagi menjadi dua yaitu:

- 1) Bahan bakar yang tidak terbakar dan keluar menjadi gas mentah.
- 2) Bahan bakar yang terpecah karena reaksi panas dan berubah menjadi gugusan HC lain yang keluar bersama dengan gas buang.

Faktor-faktor yang mempengaruhi HC dalam emisi gas buang yaitu:

- 1) *Air Fuel Ratio* (AFR) yang tidak tepat

Kandungan HC dalam gas buang akan bertambah seiring dengan semakin kaya campuran udara dan bahan bakar yang akan menyebabkan pembakaran kurang sempurna. Jika campuran udara dan bahan bakar dibuat miskin maka konsentrasi akan bertambah besar. Hal ini terjadi karena kekurangan bahan bakar akan menyebabkan pembakaran menurun dan akibatnya bahan bakar akan ikut keluar dari ruang bakar sebelum terbakar sempurna.

- 2) Rasio kompresi yang rendah

Pada saat kendaraan melaju atau perlambatan, katup gas tertutup dan hampir tidak ada tarikan udara masuk ke dalam silinder. Pada saat bersamaan bahan bakar sisa dalam sirkuit akan masuk ke dalam silinder. Hal ini akan mengakibatkan tekanan rendah di dalam ruang bakar dengan campuran udara dan bahan bakar yang relatif kaya. Tekanan yang rendah dan kurangnya oksigen akan

menyebabkan penyalaan tidak sempurna dan akibatnya pembakaran yang dihasilkan akan tidak sempurna, sehingga menghasilkan HC dalam gas buang.

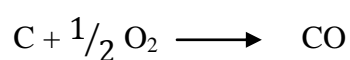
b. Polutan Karbon monoksida (CO)

Gas karbon monoksida (CO) merupakan gas yang tidak berwarna, tidak memiliki bau, sukar larut dalam air, dan tidak memiliki rasa. Karbon monoksida merupakan polutan yang berbahaya jika melebihi ambang batas yang sudah ditentukan, karena apabila terhisap ke dalam paru-paru akan ikut masuk ke dalam peredaran darah dan dapat menghalangi masuknya oksigen yang dibutuhkan tubuh (Ellyanie, 2011:438). Karbon monoksida dihasilkan dari pembakaran yang kurang sempurna atau karena campuran bahan bakar dengan udara yang terlalu kaya (Siswantoro dkk., 2011:77).

Karbon monoksida (CO) tidak akan terjadi jika perbandingan udara dan bahan bakar lebih besar dari 16 : 1 atau dengan kata lain campuran miskin. Persentasi CO meningkat dalam keadaan stasioner dan berkurang terhadap kecepatan (Arijanto dan Haryadi, 2006:21). Bila karbon dalam bahan bakar terbakar habis dengan sempurna, maka akan terjadi reaksi sebagai berikut:



Dalam proses tersebut yang dihasilkan adalah CO₂. Jika unsur oksigen atau udara dalam proses tersebut tidak cukup, akan terjadi pembakaran yang tidak sempurna. Sehingga karbon dalam bahan bakar tersebut mengalami proses sebagai berikut:



Konsentrasi gas CO yang dikeluarkan oleh mesin banyak dipengaruhi oleh perbandingan campuran bahan bakar dengan udara atau AFR. Jadi untuk mengurangi CO perbandingan campuran harus dibuat kurus, tetapi akibatnya HC dan NO_x akan lebih mudah timbul.

c. Polutan Karbon dioksida (CO₂)

Gas karbon dioksida (CO₂) merupakan gas buang yang tidak berwarna dan tidak berbau, mudah larut dalam air. Gas CO₂ yang tinggi dapat menyebabkan pemanasan global, karena hutan yang dapat menyerap CO₂ sudah semakin berkurang (Ellyanie, 2011:438). Pada umumnya semakin tinggi kadar CO₂ yang diperoleh, maka semakin efisien operasi motor (Kristanto, 2015:204). Pada prinsipnya gas CO₂ berbanding terbalik dengan gas buang karbon monoksida (CO). Jika kadar CO₂ tinggi maka CO akan lebih rendah, karena pada proses pembakaran yang hampir sempurna CO₂ harus tinggi dan O₂ rendah. Gas CO dihasilkan oleh karbon yang terbakar habis dengan oksigen dalam reaksi pembakaran.



B. Kajian Penelitian yang Relevan

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Winarno (2011:33) yang berjudul Studi Eksperimental Pengaruh Penambahan Bioetanol pada Bahan Bakar Pertamax terhadap Unjuk Kerja Motor Bensin, hasil penelitian menunjukkan bahwa pada putaran rendah hingga menengah torsi dan daya terbesar diperoleh pada bahan bakar campuran dengan persentase bioetanol sebesar 20 persen. Kenaikan torsi disebabkan oleh naiknya angka oktan campuran bahan bakar pertamax dan etanol. Dengan naiknya angka oktan, tekanan dan temperatur

pembakaran akan semakin tinggi sehingga energi pembakaran yang dihasilkan akan semakin besar. Selain itu dengan naiknya nilai oktan akan menyebabkan proses pembakaran menjadi lebih sempurna, sehingga energi hasil dari pembakaran dapat dimanfaatkan secara maksimal untuk menghasilkan torsi. Pada putaran lebih tinggi (>7000 RPM) torsi dan daya yang dihasilkan cenderung menurun, dan nilai terbesar diperoleh pada persentase bioetanol 5 persen. Penurunan torsi pada *range* kecepatan ini disebabkan karena terjadi keterlambatan penyalaan pada putaran tinggi, sehingga tekanan dan temperatur dalam ruang bakar mengalami penurunan. Akibatnya energi yang dihasilkan mengalami penurunan dan konsumsi bahan bakar ikut mengalami penurunan karena waktu pembukaan katup terjadi sangat singkat.

Penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh Sulistyono dkk., (2009:196) dengan judul Pemanfaatan Etanol sebagai *Octane Improve* Bahan Bakar Bensin pada Sistem Bahan Bakar Injeksi Sepeda Motor 4 Langkah 1 Silinder, diperoleh hasil yaitu terjadi peningkatan daya motor pada penggunaan bahan bakar premium dengan variasi fraksi etanol. Hal itu disebabkan karena terjadinya kenaikan angka oktan pada bahan bakar, peningkatan tersebut berdampak baik pada kualitas kendaraan untuk terhindar dari terjadinya *knocking*. Selain itu pada emisi karbon monoksida mengalami penurunan pada setiap perubahan rpm mesin. Penurunan tersebut disebabkan oleh meningkatnya kadar oksigen pada bahan bakar. Pada emisi hidrokarbon penurunan emisi terjadi pada setiap penambahan fraksi etanol. Hal tersebut terjadi karena kandungan aromatik bahan bakar dapat digantikan oleh

fraksi etanol, sehingga semakin sedikit kandungan aromatik maka emisi akan menurun.

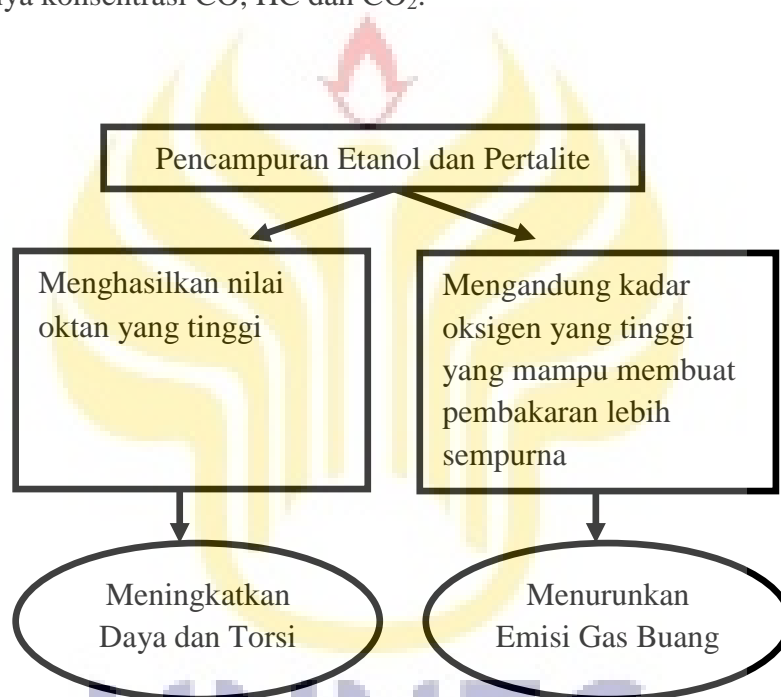
Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Al-Hasan (2002:1547) dengan judul *Effect of Ethanol-Unleaded Gasoline Blends on Engine Performance and Exhaust Emission*, diperoleh hasil yaitu pencampuran bensin tanpa timbal dengan etanol dapat meningkatkan daya, torsi, dan efisiensi bahan bakar. Naiknya torsi dipengaruhi oleh efisiensi volumetrik dan hanya bergantung sedikit pada kecepatan mesin, selain itu meningkatnya daya dipengaruhi oleh torsi dan kecepatan mesin. Konsentrasi CO dan HC dalam emisi gas buang menurun sedangkan konsentrasi CO₂ mengalami kenaikan. Campuran bahan bakar terbaik untuk semua parameter pengukuran didapatkan pada campuran 20% etanol. Hal ini terjadi akibat meningkatnya proses pembakaran akibat dari kandungan oksigen pada bahan bakar etanol.

Kemudian dari penelitian tersebut menjadi landasan dalam penelitian ini yang menyatakan bahwa campuran premium dan etanol dapat meningkatkan daya dan torsi serta menurunkan emisi gas buang pada mesin.

C. Kerangka Pikir Penelitian

Performa dari kendaraan dapat ditingkatkan dengan melakukan berbagai cara, salah satunya dengan mencampurkan bahan bakar lain agar nilai oktan bahan bakar bisa lebih tinggi. Zat tersebut salah satunya adalah etanol. Jika etanol dicampurkan dengan pertalite maka akan didapatkan nilai oktan yang tinggi pada campuran tersebut, sehingga didapatkan efisiensi pembakaran yang lebih tinggi serta dapat meningkatkan performa mesin.

Bahan bakar yang baik adalah bahan bakar yang dapat mencegah terjadinya *knocking*. Semakin tinggi nilai oktan bahan bakar, maka semakin baik bahan bakar tersebut untuk mencegah *knocking* karena dapat memperlambat pembakaran sehingga tidak terjadi *self ignition*. Selain itu etanol juga dapat menurunkan emisi gas buang kendaraan dan penurunan tersebut ditandai dengan menurunnya konsentrasi CO, HC dan CO₂.



Gambar 2.5 Kerangka Pikir Penelitian

D. Hipotesis

Dari pembahasan dalam kerangka berfikir dapat disimpulkan bahwa campuran pertalite dan etanol akan meningkatkan performa mesin dan menurunkan kadar emisi gas buang. Sehingga hipotesis awal yaitu:

1. Penambahan etanol pada pertalite berpengaruh terhadap performa mesin 4 silinder.

2. Penambahan etanol pada pertalite berpengaruh terhadap emisi gas buang mesin 4 silinder.



BAB V

PENUTUP

A. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Penambahan etanol dalam bahan bakar pertalite berpengaruh terhadap performa mesin 4 silinder, diantaranya:
 - a. Pada putaran 2000 rpm performa terbaik diperoleh pada campuran EP₂₀.
 - b. Pada putaran 3000 dan 4000 rpm performa terbaik diperoleh pada campuran EP₁₀.
 - c. Pada putaran 5000 rpm performa terbaik diperoleh pada campuran EP₂₅.
2. Penambahan etanol dalam bahan bakar pertalite berpengaruh terhadap emisi gas buang mesin 4 silinder, diantaranya:
 - a. Kadar CO terendah diperoleh pada campuran EP₂₅.
 - b. Kadar HC terendah dan CO₂ tertinggi diperoleh pada campuran EP₂₀.

B. SARAN PEMANFAATAN HASIL PENELITIAN

1. Perlu adanya pengujian untuk mengetahui kandungan dari campuran bahan bakar pertalite dengan etanol, seperti angka oktan, nilai kalor, dan lainnya.
2. Untuk pengujian selanjutnya dapat menggunakan etanol dengan kadar alkohol yang lebih tinggi, misal etanol dengan kadar 99,9%.

3. Untuk mengurangi emisi gas buang tambahkan etanol sebesar 20% ke dalam bahan bakar pertalite.
4. Untuk meningkatkan torsi kendaraan sebaiknya tambahkan etanol dengan kadar 20% ke dalam bahan bakar pertalite.



DAFTAR PUSTAKA

- Agrariksa, Fintas Afan, B. Susilo, dan W. A. Nugroho. 2013. Uji Performasi Motor Bakar Bensin (*On Chassis*) Menggunakan Campuran Premium dan Etanol. *Jurnal Keteknikaan Pertanian Tropis dan Biosistem*. Vol. 1. No. 3. Hal 194-203.
- Al-Hasan, M. 2002. Effect of Ethanol Unleaded Gasoline Blends on Engine Performance and Exhaust Emission. *Energy Conversion and Management*. Vol. 44. No. 9. Hal. 1547-1561.
- Arifin, Z. dan Sukoco. 2009. *Pengendalian Polusi Kendaraan*. Bandung: Alfabeta.
- Arijanto dan G. D. Haryadi. 2006. Pengujian Campuran Bahan Bakar Premium-Methanol pada Mesin Sepeda Motor 4 Langkah Pengaruh terhadap Emisi Gas Buang. *ROTASI*. Vol. 8. No. 2. Hal. 19-27.
- Arismunandar, Wiranto. 1977. *Penggerak Mula: Motor Bakar Torak*. Bandung: Penerbit ITB.
- Badan Pusat Statistik Kota Semarang. 2016. *Banyaknya Kendaraan Bermotor dirinci menurut Jenis Kendaraan, 2013*. (ONLINE), <http://semarangkota.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/23>. Diakses pada 17 Februari 2016.
- Cengkareng Motor. 2016. Tabel Bahan Bakar Ideal Motor Honda Sesuai Rasio Kompresi Mesin. (ONLINE), <http://www.hondacengkareng.com/faq/tabel-bahan-bakar-ideal-motor-honda-sesuai-rasio-kompresi-mesin>. Diakses pada 9 Maret 2016.
- Ellyanie. 2011. Pengaruh Penggunaan Three-Way Catalytic Converter terhadap Emisi Gas Buang pada Kendaraan Toyota Kijang Innova. *Prosiding Seminar Nasional Avoer*, Hal. 437-445 ISBN: 979-587-39-4.
- Handayani, Sri Utami. 2007. Pemanfaatan Bio Ethanol Sebagai Bahan Bakar Pengganti Bensin. *Gema Teknologi*. Vol. 15. No. 2. Hal 99-102.
- Keputusan Direktur Jendral Minyak dan Gas Bumi Nomor: 313.K/10/DJM.T/2013 Tentang Standar dan Mutu (Spesifikasi) Bahan Bakar Minyak Jenis Bensin 90 yang Dipasarkan di dalam Negeri*. 2013. Jakarta.
- Kristanto, Philip. 2015. *Motor Bakar Torak (Teori dan Aplikasinya)*. Yogyakarta: Andi.

- Kristanto, Philip, Willyanto, dan Michael. 2001. Peningkatan Unjuk Kerja Motor Bensin Empat Langkah Dengan Penggunaan Methyl Tertiary Buthyl Ether pada Bensin. *Jurnal Teknik Mesin*. Vol. 3. No. 2. Hal 57-62.
- Laboratorium Teknologi Minyak Bumi Gas dan Batubara Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada. 2016. *Laporan Hasil Uji*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Muchammad. 2010. Analisa Energi Campuran Bioetanol Premium. *ROTASI*. Vol. 12. No. 2. Hal 31-33.
- Napitupulu, Farel H. 2006. Pengaruh Nilai Kalor (*Heating Value*) Suatu Bahan Bakar terhadap Perencanaan Volume Ruang Bakar Ketel Uap Berdasarkan Metode Penentuan Nilai Kalor Bahan Bakar yang Dipergunakan. *Jurnal Sistem Teknik Industri*. Vol. 7. No. 1. Hal 60-65.
- Nurdyastuti, Indyah. 2005. Teknologi Proses Produksi Bio-ethanol. (ONLINE), http://www.geocities.ws/markal_bppt/publish/biofbbm/biindy.pdf. Diakses pada 26 April 2016.
- Peraturan Meteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2006 Tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama*. 2006. Jakarta
- Purponegoro, Wianda. 2015. *Pertalite*. <http://www.pertamina.com/our-business/hilir/pemasaran-dan-niaga/produk-dan-layanan/produk-konsumen/spbu/pertalite>. Diakses pada 7 Maret 2015.
- Raharjo, Winarno Dwi dan Karnowo. 2008. *Mesin Konversi Energi*. Semarang: Universitas Negeri Semarang Press.
- Rahmat. 2015. Sistem Pengapian (*Ignition System*) pada Motor Bensin. (ONLINE), <http://slideplayer.info/slide/4095828/>. Diakses pada 8 Maret 2016.
- Sarjono dan F. E. A. Putra. 2013. Studi Eksperimen Pengaruh Campuran Bahan Bakar Premium dengan Bioetanol Nira Siwalan terhadap Performa Motor 4 Langkah. *Majalah Ilmiah STTR Cepu*. No. 16. Hal. 1-11.
- Siswantoro, Lagiyono, dan Siswiyanti. 2012. Analisa Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor 4 Tak Berbahan Bakar Campuran Premium Dengan Variasi Penambahan Zat Aditif. *Jurnal Bidang Teknik*. Vol. 4 No. 1. Hal. 75-84.
- Sugiyono. 2014. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

- Sulistyo, Bambang, J. Sentanuhady, dan A. Susanto. 2009. Pemanfaatan Etanol sebagai *Octane Improver* Bahan Bakar Bensin pada Sistem Bahan Bakar Injeksi Sepeda Motor 4 Langkah 1 Silinder. *Thermofluid Seminar Nasional*. Hal 196-200. ISBN: 978-979-97986-4-0
- Suprpto. 2004. Bahan Bakar dan Pelumasan. *Buku Ajar*. Semarang: Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
- Suyanto, W. 1989. *Teori Motor Bensin*. Jakarta: P2LPTK.
- Winarno, Joko. 2011. Studi Eksperimental Pengaruh Penambahan Bioetanol pada Bahan Bakar Pertamina Terhadap Unjuk Kerja Motor Bensin. *Jurnal teknik*. Vol. 1. No. 1. Hal 33-39.
- Wiratmaja, I Gede. 2010. "Analisa Unjuk Kerja Motor Bensin Akibat Pemakaian *Biogasoline*". *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CakraM*, Vol. 4. No.1. Hal 16-25.

