

**PENGARUH METANOL TERHADAP PERFORMA MESIN  
BENSIN**



**TRI SUSILO WIRAWAN**

**D022192007**

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK**

**PROGRAM PASCASARJANA**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**GOWA**

**2021**

**TESIS**

**PENGARUH METANOL TERHADAP PERFORMA MESIN  
BENSIN**

Disusun dan diajukan oleh :

**TRI SUSILO WIRAWAN**

**D022192007**

**Merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Magister Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin**

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK**

**PROGRAM PASCASARJANA**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**GOWA**

**2021**

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

PENGARUH METANOL TERHADAP PERFORMA MESIN BENSIN

Disusun dan diajukan oleh

TRI SUSILO WIRAWAN

D022192007

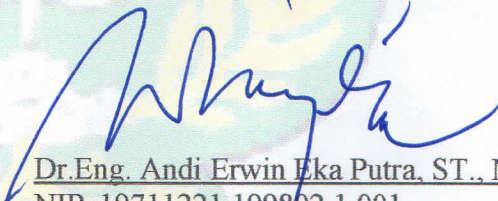
Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka  
Penyelesaian Studi Program Magister Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Hasanuddin pada tanggal 16 Juli 2021  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

Menyetujui


Pembimbing Utama,

  
Dr. Ir. Nasruddin Azis, M.Si  
NIP. 19611017 198503 1 004


Pembimbing Pendamping

  
Dr. Eng. Andi Erwin Eka Putra, ST., MT  
NIP. 19711221 199802 1 001

Ketua Program Studi  
Magister Teknik Mesin,

  
Dr. Hairul Arsyad, ST., MT  
Nip. 19750322 200212 1 001

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Hasanuddin

  
Prof. Dr. Ir. Muhammad Arsyad Thaha, MT.  
Nip. 19601231 1986091 001

## PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Tri Susilo Wirawan  
Nomor mahasiswa : D022192007  
Program studi : Teknik Mesin / Konversi Energi  
Jenjang : Program Magister (S2)

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa karya tulisan saya yang berjudul :

### **PENGARUH METANOL TERHADAP PERFORMA MESIN BENSIN**

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan pengambilan alihan tulisan orang lain, tesis yang saya tulis benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri. Apabila dikemudian hari dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 16 Juli 2021

Yang menyatakan



**Tri Susilo Wirawan**

Nim : D022192007

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karunianya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis ini yang merupakan salah satu syarat untuk mencapai gelar Master Teknik di Departemen Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, Makassar.

Dengan selesainya Tesis ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak yang telah memberikan banyak bantuan kepada penulis. Untuk itu penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Kedua Orang Tua saya, Bapak Drs. Subeno (Alm) dan ibu Dra. Dimiyati yang tak henti-hentinya memberikan dukungan materil dan moril.
2. Dr. Ir. Nasruddin Azis, M.Si. selaku pembimbing I.
3. Dr. Eng. Andi Erwin Eka Putra, ST., MT. Selaku pembimbing II.
4. Dr. Eng. Jalaluddin, ST., MT. Selaku ketua Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin dan selaku penguji.
5. Dr. Ir. Zuryati Djafar, MT. Selaku penguji.
6. Dr. Eng. Novriany Amaliah, ST., MT. Selaku penguji.
7. Segenap Dosen dan Staf Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
8. Kedua kakak saya Sitti Rahmasari, S.Pd., M.Pd. dan Dwi Ayu Lestari. SKM., M.Kes.
9. Seluruh teman-teman mahasiswa di Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dari Tesis baik dari materi maupun teknik penyajiannya, mengingat kurangnya pengetahuan dan pengalaman penulis. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan.

Makassar, 16 Juli 2021

Tri Susilo Wirawan

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TESIS.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>xi</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah .....	4
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1 Mesin Bensin .....	5
2.2 Bahan Bakar Minyak .....	13
2.3 Teori Pembakaran .....	19
2.4 Emisi Gas Buang.....	20
2.5 Getaran.....	21
2.6 Kebisingan .....	22
<b>BAB III. METODE PENELITIAN</b> .....	<b>24</b>
3.1 Tempat Penelitian .....	24
3.2 Alat dan Bahan.....	24
3.3 Alur Penelitian .....	30
3.4 Skema Penelitian.....	31
3.5 Diagram alir penelitian .....	33
<b>BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>34</b>
4.1 Karakteristik Bahan Bakar .....	34
4.2 Pengolahan Data Hasil Perhitungan.....	34
4.3 Kinerja Mesin Bensin .....	37
4.4 Analisis Getaran.....	45
4.5 Analisis Kebisingan .....	49

4.6 Analisis Emisi Gas Buang.....	51
<b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>57</b>
5.1 Kesimpulan .....	57
5.2 Saran .....	58
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>59</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>63</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Langkah Hisap [16].....	6
Gambar 2. Langkah Kompresi [16] .....	7
Gambar 3. Langkah Usaha [16] .....	7
Gambar 4. Langkah Buang [16].....	8
Gambar 5. Mesin TV-1 .....	24
Gambar 6. Panel Mesin .....	25
Gambar 7. Pompa.....	25
Gambar 8. Komputer.....	26
Gambar 9. AGS-688 gas analyzer.....	26
Gambar 10. Vibexpert II .....	26
Gambar 11. Sound level meter .....	27
Gambar 12. Bom kalorimeter.....	27
Gambar 13. Pikhnometer .....	27
Gambar 14. Timbangan digital .....	28
Gambar 15. Termometer dan probe termometer .....	28
Gambar 16. Premium .....	29
Gambar 17. Pertalite.....	29
Gambar 18. Pertamina.....	29
Gambar 19. Metanol.....	30
Gambar 20. Skema penelitian .....	31
Gambar 21. Flowchart penelitian .....	33
Gambar 22. Perbandingan konsumsi bahan bakar spesifik terhadap putaran .....	37
Gambar 23. Perbandingan tekanan silinder terhadap sudut engkol pada putaran 1200 rpm beban 1 kg.....	39
Gambar 24. Perbandingan tekanan silinder terhadap volume silinder pada putaran 1200 rpm beban 1 kg.....	41
Gambar 25. Perbandingan pelepasan panas terhadap sudut engkol pada putaran 1200 rpm beban 1 kg.....	43

Gambar 26. Perbandingan getaran arah radial vertikal terhadap putaran .....	45
Gambar 27. Perbandingan getaran arah axial terhadap putaran.....	46
Gambar 28. Perbandingan getaran arah radial horizontal terhadap putaran .....	47
Gambar 29. Perbandingan kebisingan terhadap putaran.....	50
Gambar 30. Perbandingan emisi CO terhadap putaran .....	51
Gambar 31. Perbandingan emisi CO <sub>2</sub> terhadap putaran.....	53
Gambar 32. Perbandingan emisi HC terhadap putaran .....	55
Gambar 33. Perbandingan tekanan silinder terhadap sudut engkol pada putaran 1200 rpm beban 5 kg .....	70
Gambar 34. Perbandingan tekanan silinder terhadap sudut engkol pada putaran 1400 rpm beban 1 kg .....	71
Gambar 35. Perbandingan tekanan silinder terhadap sudut engkol pada putaran 1400 rpm beban 5 kg .....	72
Gambar 36. Perbandingan tekanan silinder terhadap sudut engkol pada putaran 1600 rpm beban 1 kg .....	73
Gambar 37. Perbandingan tekanan silinder terhadap sudut engkol pada putaran 1600 rpm beban 5 kg .....	74
Gambar 38. Perbandingan tekanan silinder terhadap sudut engkol pada putaran 1800 rpm beban 1 kg .....	75
Gambar 39. Perbandingan tekanan silinder terhadap sudut engkol pada putaran 1800 rpm beban 5 kg .....	76
Gambar 40. Perbandingan tekanan silinder terhadap volume silinder pada putaran 1200 rpm beban 5 kg .....	77
Gambar 41. Perbandingan tekanan silinder terhadap volume silinder pada putaran 1400 rpm beban 1 kg .....	78
Gambar 42. Perbandingan tekanan silinder terhadap volume silinder pada putaran 1400 rpm beban 5 kg .....	79
Gambar 43. Perbandingan tekanan silinder terhadap volume silinder pada putaran 1600 rpm beban 1 kg .....	80
Gambar 44. Perbandingan tekanan silinder terhadap volume silinder pada putaran 1600 rpm beban 5 kg .....	81

Gambar 45. Perbandingan tekanan silinder terhadap volume silinder pada putaran 1800 rpm beban 1 kg.....	82
Gambar 46. Perbandingan tekanan silinder terhadap volume silinder pada putaran 1800 rpm beban 5 kg.....	83
Gambar 47. Perbandingan pelepasan panas terhadap sudut engkol pada putaran 1200 rpm beban 5 kg.....	84
Gambar 48. Perbandingan pelepasan panas terhadap sudut engkol pada putaran 1400 rpm beban 1 kg.....	85
Gambar 49. Perbandingan pelepasan panas terhadap sudut engkol pada putaran 1400 rpm beban 5 kg.....	86
Gambar 50. Perbandingan pelepasan panas terhadap sudut engkol pada putaran 1600 rpm beban 1 kg.....	87
Gambar 51. Perbandingan pelepasan panas terhadap sudut engkol pada putaran 1600 rpm beban 5 kg.....	88
Gambar 52. Perbandingan pelepasan panas terhadap sudut engkol pada putaran 1800 rpm beban 1 kg.....	89
Gambar 53. Perbandingan pelepasan panas terhadap sudut engkol pada putaran 1800 rpm beban 5 kg.....	90

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Karakteristik Metanol [22].....	15
Tabel 2. Ambang Batas Emisi Gas Buang [29] .....	20
Tabel 3. Skala Intensitas Kebisingan (dBA) [32] .....	22
Tabel 4. Baku Mutu Kebisingan [33].....	23
Tabel 5. Hasil pengujian Nilai Kalor dan Massa Jenis Bahan Bakar.....	34
Tabel 6. Data pengujian performa premium .....	63
Tabel 7. Data pengujian performa premium A20 .....	64
Tabel 8. Data pengujian performa pertalite.....	65
Tabel 9. Data pengujian performa pertalite A20.....	66
Tabel 10. Data pengujian performa pertamax.....	67
Tabel 11. Data pengujian performa pertamax A20.....	68

## ABSTRAK

Konsumsi bahan bakar fosil berdampak pada ketersediaan energi dan pelestarian lingkungan. Untuk meminimalkan masalah ini, penting untuk menggunakan bahan bakar alternatif. Bahan bakar alternatif yang digunakan tidak memerlukan modifikasi mesin dan ramah lingkungan. Metanol merupakan alkohol yang paling sederhana, dengan rumus kimia  $\text{CH}_3\text{OH}$ , dengan dengan sifat pembakaran yang baik, terbarukan, dan ekstraksi dari berbagai sumber energi, memungkinkan digunakan sebagai bahan bakar alternatif pada mesin pembakaran dalam. Methanol dapat diperoleh dari batu bara dengan harga produksinya sama dengan biaya pembuatan bensin. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan metanol sebagai campuran bahan bakar non-fosil ke dalam bensin RON 88, RON 90, dan RON 92. Rasio campurannya adalah 80% bensin dan 20% metanol. Penelitian dilakukan menggunakan mesin TV-1 (Kirloskar Oil Engines Ltd.) dengan menganalisis sifat bahan bakar, performa mesin, getaran mesin, kebisingan mesin, dan emisi gas buang. Hasil penelitian menunjukkan pencampuran metanol pada bensin terhadap karakteristik bahan bakar berubah signifikan pada nilai kalor dan massa jenisnya, performa mesin bahan bakar campuran metanol cenderung lebih baik dilihat dari tekanan silinder yang cenderung lebih besar, meskipun konsumsi bahan bakarnya lebih tinggi. Getaran mesin dengan penambahan metanol cenderung meningkat dibanding dengan tanpa penambahan metanol. Kebisingan mesin pada pembakaran dengan campuran metanol lebih besar dibandingkan dengan bensin murni yang berbanding lurus dengan nilai getaran. Emisi gas buang yang dihasilkan saat pembakaran menggunakan bahan bakar dengan campuran metanol lebih rendah baik untuk gas hidrokarbon (HC), karbon monoksida (CO), dan karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ).

Kata kunci : Mesin bensin, Performa, Getaran, Kebisingan, Emisi

## **ABSTRACT**

Consumption of fossil fuels has an impact on energy availability and environmental preservation. To minimize this problem, it is important to use alternative fuels. The alternative fuels used do not require engine modification and are environmentally friendly. Methanol is the simplest alcohol, with the chemical formula  $\text{CH}_3\text{OH}$ , with good combustion properties, renewable, and extraction from various energy sources, allowing it to be used as an alternative fuel in internal combustion engines. Methanol can be obtained from coal at a production price equal to the cost of producing gasoline. This study aims to analyze the effect of adding methanol as a non-fossil fuel mixture into RON 88, RON 90, and RON 92 gasoline. The ratio of the mixture is 80% gasoline and 20% methanol. The research was conducted using a TV-1 engine (Kirloskar Oil Engines Ltd) by analyzing the properties of fuel, engine performance, engine vibration, engine noise, and exhaust emissions. The results showed that the mixing of methanol in gasoline on the characteristics of the fuel changed significantly in the calorific value and density, the performance of the methanol-mixed fuel engine tends to be better seen from the cylinder pressure which tends to be larger, although the fuel consumption is higher. Engine vibration with the addition of methanol tends to increase compared to without the addition of methanol. Engine noise on combustion with a mixture of methanol is greater than that of pure gasoline which is directly proportional to the vibration value. Exhaust emissions produced during combustion using fuel with a mixture of methanol are lower for both hydrocarbon gases (HC), carbon monoxide (CO), and carbon dioxide ( $\text{CO}_2$ ).

Keywords : Gasoline engine, Performance, Vibration, Noise, Emission

## BAB I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Di era globalisasi, motor bakar mempunyai peranan yang sangat penting dalam mendukung pembangunan nasional terutama sektor industri dan transportasi. Saat ini sumber tenaga utama pada kedua sektor tersebut adalah mesin bensin, dimana 98% mobil penumpang bertenaga bensin [1]. Untuk penggunaan yang optimal mesin bensin sangat bergantung pada bahan bakar yang digunakan. Di Indonesia melalui BUMN PT. Pertamina sebagai penyedia bahan bakar minyak yang sesuai dengan spesifikasi yang dipersyaratkan oleh Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi menyediakan beberapa jenis bahan bakar bensin. Konsumsi bahan bakar bensin pada tahun 2019 sebanyak 201 ribu barrel per hari [2]. Sedangkan diketahui bahan bakar bensin merupakan bahan bakar yang akan habis. Penyediaan bahan bakar pada tahun 2025 tidak dapat memenuhi kebutuhan bahan bakar minyak dalam negeri. Pada tahun 2025 bahan bakar minyak yang tersedia mencapai 651.092 juta barel sedangkan kebutuhan yang diperlukan mencapai 719.048 juta barel [3]. Sehingga dibutuhkan bahan bakar alternatif agar mesin bensin dapat terus digunakan. Ketersediaan energi dan pemeliharaan lingkungan adalah dua isu utama di dunia saat ini yang telah mendorong permintaan akan sumber energi alternatif dan ramah lingkungan [4].

Bahan bakar alternatif dapat di produksi dari sumberdaya yang bisa diperbaharui dan dapat digunakan langsung tanpa memerlukan perubahan besar pada struktur dari mesin [5]. Bahan bakar alternatif diharapkan dapat meningkatkan efektifitas dan efisiensi mesin bensin tanpa meningkatkan pencemaran udara dan mengurangi kenyamanan mesin seperti getaran dan suara yang dihasilkan. Salah satu solusi masalah ini adalah mulai memikirkan untuk menggunakan alkohol sebagai bahan bakar alternatif. Pemanfaatan alkohol sebagai bahan bakar pengganti bensin, atau sebagai campuran bensin diharapkan mampu mengurangi konsumsi pemakaian bahan bakar dari minyak bumi. Saat ini, alkohol adalah aditif yang paling populer dimana mereka menggantikan semua aditif lainnya sebagai penguat oktan dalam bahan bakar bensin [6]. Pencampuran bioetanol dan bensin dengan persentase 3, 6, dan 10% telah dilakukan yang menunjukkan konsumsi bahan bakar

spesifik berkurang serta menurunkan emisi gas buang yang dihasilkan seperti CO, HC, dan NO<sub>x</sub> [7]. Namun, bioetanol umumnya diperoleh dari glukosa, dimana glukosa merupakan bahan pangan utama masyarakat sehingga penggunaan bioetanol secara berlebihan akan mengganggu kondisi pangan menjadi tidak stabil, dampak lebih jauh akan mengganggu kestabilan ekonomi. Solusi yang dapat digunakan untuk mengatasi kebutuhan energi global pada sektor transportasi adalah bahan bakar dengan karbon yang rendah seperti alkohol yang dapat diperoleh dari biomassa, limbah padat kota (MSW) dan sumber daya budidaya yang tidak dapat dimakan yaitu metanol [8].

Metanol merupakan merupakan alkohol yang paling sederhana, dengan rumus kimia CH<sub>3</sub>OH, berat molekul 32,04, titik didih 64,5°C bersifat ringan, mudah menguap, tidak berwarna, mudah terbakar, beracun, dan berbau khas. Metanol digunakan sebagai bahan penambah bensin, bahan pemanas ruangan, pelarut industri, serta pada larutan fotokopi [9]. Metanol dengan sifat pembakaran yang baik, terbarukan, dan ekstraksi dari berbagai sumber energi, memungkinkan digunakan sebagai bahan bakar alternatif pada mesin pembakaran dalam tanpa modifikasi. Selain itu, karakteristik pembakaran metanol tidak menghasilkan jelaga dengan efisiensi yang lebih tinggi dan biaya lebih rendah. Pada penelitian sebelumnya mesin menggunakan bahan bakar campuran metanol dan bensin dengan persentase campuran 50% pada rasio kompresi dari 8 hingga 10 telah meningkatkan efisiensi pembakaran dan pengurangan *specific fuel consumption* (SFC) [10]. Namun, keberadaan alkohol dalam bahan bakar dengan jumlah yang besar menyebabkan korosi pada komponen sistem bahan bakar logam. Untuk mengurangi masalah korosi tersebut dan memanfaatkan alkohol sebaik-baiknya di mesin pembakaran dalam, sistem mesin harus didesain ulang atau tingkat pencampuran yang rendah dapat digunakan. Semakin kecil penambahan alkohol, korosi dapat diatasi [6]. Penelitian [8] mencampurkan metanol dan bensin dengan bilangan oktan 95 dengan persentase campuran 20% metanol dan 80% bensin, campuran metanol dan bensin yang dievaluasi dalam penelitian ini menghasilkan tekanan dalam silinder yang relatif lebih tinggi dan pelepasan panas kumulatif yang



lebih tinggi dibandingkan dengan bensin, yang mempengaruhi karakteristik kebisingan dan getaran mesin secara signifikan.

Sebuah mesin bensin yang beroperasi akan menghasilkan getaran. Terbentuknya getaran mesin disebabkan oleh beberapa struktur seperti kecepatan mesin, beban, viskositas oli dan sifat bahan bakar yang digunakan [11]. Jika getaran mesin tidak terkontrol, dapat menyebabkan keselamatan bagi penggunanya. Selain itu, getaran yang terlalu banyak juga menimbulkan kebisingan pada kendaraan. Kebisingan merupakan kategori suara yang tidak diinginkan. Getaran dan kebisingan dapat mempengaruhi ketidaknyamanan penumpang dan dapat merusak persepsi pelanggan terhadap kualitas mesin [12]. Akustik mesin merupakan faktor penting dalam meningkatkan kepatuhan kendaraan terhadap peraturan kebisingan yang diterapkan di seluruh dunia.

Dari proses pembakaran bahan bakar yang terjadi pada mesin bensin akan menghasilkan gas buang. Gas buang yang dihasilkan dari pembakaran pada mesin akan menyebabkan pencemaran udara secara global dan partikel hasil pembakaran pada mesin yang mengandung unsur polutan akan menyebabkan gangguan kesehatan pada manusia. Untuk mengurangi gas buang karbon dioksida ingin dicapai, penggunaan bahan bakar fosil di sektor transportasi harus dikurangi secara substansial [13].

Berdasarkan latar belakang di atas maka penelitian ini dilakukan dengan judul **“PENGARUH METANOL TERHADAP PERFORMA MESIN BENSIN”**.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

- 1.2.1 Bagaimana kinerja dan karakteristik pembakaran dari motor bensin menggunakan campuran metanol dan bahan bakar bensin ?
- 1.2.2 Bagaimana pengaruh kebisingan dan getaran pada mesin bensin menggunakan campuran metanol dan bahan bakar bensin ?
- 1.2.3 Bagaimana kadar emisi gas buang pada mesin bensin menggunakan campuran metanol dan bahan bakar bensin ?

### 1.3 Batasan Masalah

- 1.3.1 Bahan bakar bensin yang digunakan adalah premium yang mempunyai *research octane number* (RON) 88, pertalite dengan RON 90, dan pertamax dengan RON 92.
- 1.3.2 Metanol yang digunakan adalah metanol dengan kemurnian 99 %, persentase campuran yang digunakan 20 % metanol dan 80 % bensin kemudian hasil pencampuran disimbolkan A20
- 1.3.3 Putaran mesin berkisar 1200 rpm sampai 1800 rpm.
- 1.3.4 Diameter orifice saluran udara masuk adalah 20 mm.
- 1.3.5 Pengukuran getaran dilakukan pada blok silinder.
- 1.3.6 Pengukuran kebisingan dilakukan dengan jarak 1 (satu) meter dari mesin dan setinggi 95 cm yang sesuai dengan standar ergonomika.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah :

- 1.4.1 Menganalisis kinerja dan karakteristik pembakaran dari motor bensin menggunakan campuran metanol dan bahan bakar bensin.
- 1.4.2 Menganalisis pengaruh kebisingan dan getaran pada mesin bensin dari setiap kadar campuran metanol.
- 1.4.3 Menganalisis kadar emisi gas buang pada mesin bensin menggunakan campuran metanol dan bahan bakar bensin.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi masyarakat dalam penggunaan bahan bakar bensin dan bahan bakar alternatif.

## BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Mesin Bensin

#### 2.1.1 Definisi Mesin Bensin

Mesin bensin adalah sebuah tipe mesin pembakaran dalam yang menggunakan nyala busi untuk proses pembakaran, dirancang untuk menggunakan bahan bakar *gasoline* atau yang sejenis.

Berdasarkan siklus kerjanya motor bensin dibedakan menjadi dua jenis yaitu motor bensin dua langkah dan motor bensin empat langkah. Motor bensin dua langkah adalah motor bensin yang memerlukan dua kali langkah torak, satu kali putaran poros engkol untuk menghasilkan satu kali daya (usaha). Sedangkan motor bensin empat langkah adalah motor bensin yang memerlukan empat kali langkah torak, dua kali putaran poros engkol untuk menghasilkan satu kali daya/usaha [14].

#### 2.1.2 Komponen Utama Mesin Bensin

Komponen-komponen utama dari sebuah mesin bensin dikemukakan dibawah ini [15]:

##### 1. Katup Masuk (*intake valve*)

Katup masuk adalah katup yang berfungsi untuk mengontrol pemasukan campuran udara-bahan bakar ke dalam silinder mesin dan mencegah terjadinya aliran balik ke dalam saluran masuk campuran udara-bahan bakar (*intake manifold*).

##### 2. Katup Buang (*exhaust valve*)

Katup buang adalah katup yang mengontrol pengeluaran hasil pembakaran dari silinder mesin untuk dibuang keluar dan menjaga agar arah aliran yang mengalir hanya satu arah.

##### 3. Torak

Torak adalah komponen berbentuk silinder yang bergerak naik turun di dalam silinder, dan berfungsi untuk mengubah tekanan di dalam ruang bakar menjadi gerak rotasi poros engkol

##### 4. Busi

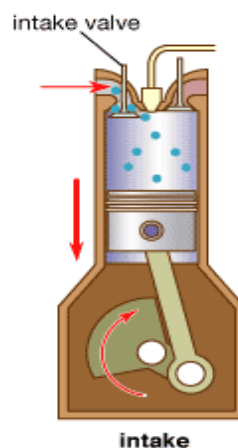
Busi adalah komponen listrik yang digunakan untuk memicu pembakaran campuran udara-bahan bakar dengan menciptakan percikan listrik bertegangan tinggi pada celah elektroda.

### 2.1.3 Proses Kerja Motor Bensin 4 Langkah

Motor bensin 4 langkah adalah mesin pembakaran dalam yang dalam satu siklus pembakaran terjadi empat langkah piston. Empat langkah tersebut meliputi, langkah hisap (pemasukan), kompresi, tenaga dan langkah buang yang secara keseluruhan memerlukan dua putaran poros engkol (*crankshaft*) per satu siklus pada mesin motor bensin [16].

#### 1. Langkah Hisap

Dalam langkah ini, campuran bahan bakar dan udara dihisap ke dalam ruang bakar, katup hisap membuka sedangkan katup buang tertutup. Waktu torak bergerak dari titik mati atas (TMA) ke titik mati bawah (TMB), menyebabkan ruang silinder menjadi vakum dan menyebabkan masuknya campuran udara dan bahan bakar ke dalam silinder yang disebabkan adanya tekanan udara luar.

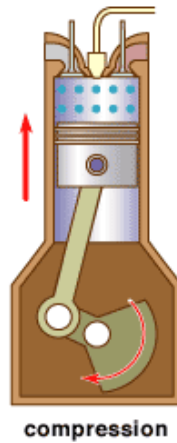


Gambar 1. Langkah Hisap [16]

#### 2. Langkah Kompresi

Dalam langkah ini, campuran udara dan bahan bakar dikompresikan. Katup hisap dan katup buang tertutup. Waktu torak naik dari titik mati bawah (TMB) ke titik mati atas (TMA), campuran yang dihisap tadi dikompresikan. Akibatnya tekanan dan temperaturnya akan naik, sehingga akan mudah terbakar. Saat inilah

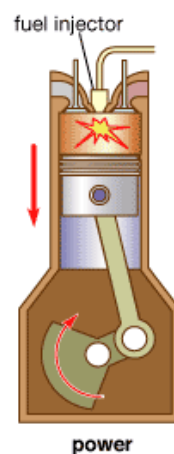
percikan api dari busi terjadi. Poros engkol berputar satu kali ketika torak mencapai titik mati atas (TMA).



Gambar 2. Langkah Kompresi [16]

### 3. Langkah Usaha

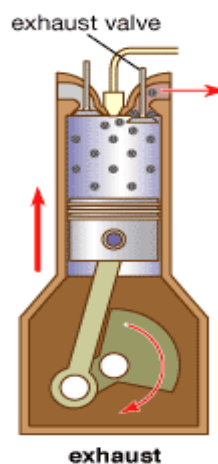
Dalam langkah ini, mesin menghasilkan tenaga dimana gerak translasi piston diubah menjadi gerak rotasi oleh poros engkol dan selanjutnya akan menggerakkan kendaraan. Saat torak mencapai titik mati atas (TMA) pada saat langkah kompresi, busi memberikan loncatan bunga api pada campuran udara dan bahan bakar yang telah dikompresikan. Dengan adanya pembakaran, kekuatan dari tekanan gas pembakaran yang tinggi mendorong torak ke bawah. Usaha ini yang menjadi tenaga mesin.



Gambar 3. Langkah Usaha [16]

### 4. Langkah Buang

Dalam langkah ini, gas yang sudah terbakar, akan dibuang ke luar silinder. Katup buang membuka sedangkan katup hisap tertutup. Waktu torak bergerak dari titik mati bawah (TMB) ke titik mati atas (TMA), mendorong gas bekas keluar dari silinder. Pada saat akhir langkah buang dan awal langkah hisap kedua katup akan membuka sedikit (valve overlap) yang berfungsi sebagai langkah pembilasan (campuran udara dan bahan bakar baru mendorong gas sisa hasil pembakaran). Ketika torak mencapai TMA, akan mulai bergerak lagi untuk persiapan langkah berikutnya, yaitu langkah hisap. Poros engkol telah melakukan 2 putaran penuh dalam satu siklus yang terdiri dari empat langkah yaitu, 1 langkah hisap, 1 langkah kompresi, 1 langkah usaha, 1 langkah buang yang merupakan dasar kerja dari pada mesin empat langkah.



Gambar 4. Langkah Buang [16]

#### 2.1.5 Dasar-Dasar Perhitungan Kinerja

Parameter yang akan dijadikan perhitungan dalam pengujian ini adalah [17]:

##### 1. Daya efektif (BP)

Daya motor merupakan salah satu parameter dalam menentukan performa motor. Perbandingan perhitungan daya terhadap berbagai macam motor tergantung pada putaran mesin dan momen putar itu sendiri, semakin cepat putaran mesin, rpm yang dihasilkan akan semakin besar, sehingga daya yang dihasilkan juga semakin besar, begitu juga momen putar motornya, semakin banyak jumlah gigi pada roda

giginya semakin besar torsi yang terjadi. Dengan demikian jumlah putaran (rpm) dan besarnya momen putar atau torsi mempengaruhi daya motor yang dihasilkan oleh sebuah motor [18]. Maka daya efektif dari mesin merupakan karakteristik mesin dalam pembangkitan daya pada berbagai kondisi operasi, dapat dihitung menurut persamaan :

$$BP = \frac{2\pi nT}{60.1000} (kW) \quad (1)$$

Dimana :

N = Putaran poros, (rpm)

T = Momen Torsi, (N.m)

$10^3$  = Faktor konversi Watt ke kW

60 = Konversi detik ke menit

## 2. Komsumsi Bahan Bakar (FC)

Konsumsi bahan bakar menunjukkan jumlah pemakaian bahan bakar yang dihitung dengan jalan mengukur waktu yang diperlukan oleh mesin untuk menghabiskan sejumlah bahan bakar yang terdapat pada gelas ukur, dapat dihitung dari persamaan :

$$FC = \frac{VGU. 10^{-3}. \rho f. 3600}{W} \left( \frac{kg}{h} \right) \quad (2)$$

Dimana :

FC = Komsumsi Bahan Bakar (kg/h)

VGU = Volume gelas ukur

$\rho f$  = Massa jenis bahan bakar, (kg/h)

$10^{-3}$  = Faktor konversi cc ke  $dm^3$

3600 = Faktor konversi detik ke jam

W = Waktu komsumsi bahan bakar, (s)

### 3. Komsumsi Bahan Bakar (SFC)

Konsumsi bahan bakar spesifik menyatakan jumlah bahan bakar untuk menghasilkan suatu kW setiap satu satuan waktu pada beban tertentu. SFC merupakan parameter keekonomisan suatu motor bakar. Parameter ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$SFC = \frac{FC}{BHP} \left( \frac{kg}{kWh} \right) \quad (3)$$

Dimana :

FC = Konsumsi bahan bakar, (kg/h)

BHP = Daya efektif, (kW)

### 4. Laju Aliran Udara aktual, $Ma$ (kg/h)

Untuk mengukur jumlah pemakaian udara sebenarnya, digunakan sebuah plat orifice sisi tajam dengan diameter 20 mm yang dihungkan sebuah manometer presisi. Perbedaan tekanan akibat aliran udara melintasi plat orifice diukur oleh manometer, menggambarkan komsumsi udara yang sanggup di isap oleh mesin selama langkah pemasukan. Maka dari itu persamaan  $Ma$  adalah :

$$Ma = kd \cdot \frac{\pi}{4} \cdot Do^2 \cdot C \cdot pa \text{ (kg/h)} \quad (4)$$

Hubungan antara beda tekanan dengan ekspansi gas diberikan oleh persamaan berikut :

$$Ho = \frac{\rho a \cdot C}{2} \text{ (N/m}^2\text{)} \quad (5)$$

Dimana :

$Ho$  = Beda tekanan dalam manometer, (N/m<sup>2</sup>)

$Pa$  = Massa jenis udara pada kondisi masuk, (kg/m<sup>3</sup>)

$C$  = Kecepatan aliran udara, (m/s)

Karena beda tekanan pada manometer terukur dalam dimensi mmH<sub>2</sub>O, dimana 1 mmH<sub>2</sub>O = 9,81 N/m<sup>2</sup>, maka persamaan menjadi:



$$C = \frac{\sqrt{2.9,81.ho}}{\rho a} \quad (6)$$

Dari hasil pengujian ternyata bahwa beda tekanan pada manometer dan kondisi ruangan merupakan variabel, maka persamaan menjadi :

$$Ma = kd \cdot \frac{\pi}{4} \cdot Do^2 \cdot 10^{-6} \cdot 3600 \cdot 4,4295 \cdot \sqrt{ho \cdot \rho ud} \quad (kg/h) \quad (7)$$

Dimana :

*Ma* = Laju aliran udara aktual, (kg/h)

*Kd* = Koefisien discharger, (0,6 )

*Do* = Diameter orifice, (20 mm)

*Ho* = Beda tekanan pada manometer, (mmH<sub>2</sub>O)

*ρud* = Massa jenis udara, (kg/m<sup>3</sup>)

10<sup>-6</sup> = Faktor konversi dari mm<sup>2</sup> ke m<sup>2</sup>

3600 = Faktor konversi dari sekon ke jam

##### 5. Laju aliran udara teoritis, *Mth* (kg/h)

Banyaknya bahan bakar yang dapat terbakar sangat bergantung pada jumlah udara yang terisap selama langkah pemasukan, karna itu perlu diperhatikan berapa jumlah udara yang dikumsumsi selama pemasukan. Dalam keadaan teoritis, jumlah massa udara yang dapat masuk ke dalam ruangan dapt dirumuskan sebagai berikut :

$$Mth = \frac{Vs \cdot 10^{-3} \cdot N \cdot 60 \cdot \rho ud}{Ka} \quad (kg/h) \quad (8)$$

Dan

$$Vs = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot s \cdot z}{4 \cdot 10^6} \quad (9)$$

Dimana :

*Mth* = Laju udara secara teoritis, (kg/h)

*Vs* = Volume selinder (mm<sup>3</sup>)

10<sup>-3</sup> = Faktor konversi dari cc ke liter

- $N$  = Putaran poros, (rpm)
- $\rho_{ud}$  = Massa jenis udara, (kg/m<sup>3</sup>)
- $Ka$  = 2 (konstanta untuk motor 4 langkah)
- $d$  = Diameter selinder, (87,5 mm)
- $s$  = Panjang langkah selinder, (110 mm)
- $z$  = Jumlah selinder (1)

#### 6. Perbandingan Udara Bahan Bakar (AFR)

Perbandingan udara bahan bakar sangat penting bagi pembakaran sempurna. Komsumsi udara bahan bakar yang dihasilkan akan sangat mempengaruhi laju dari pembakaran dan energi yang dihasilkan. Secara umum *air fuel ratio* dapat dihitung dengan persamaan :

$$AFR = \frac{Ma}{fc} \quad (10)$$

Dimana :

- $AFR$  = Perbandingan udara dan bahan bakar
- $Ma$  = Laju aliran udara aktual, (kg/h)
- $FC$  = kumsumsi bahan bakar, (kg/h)

#### 7. Efisiensi Volumetrik ( $\eta_{vol}$ )

Efisiensi volumetris adalah perbandingan antara jumlah udara terisap sebenarnya pada proses pengisapan, dengan jumlah udara teoritis yang mengisi volume langkah pada saat temperatur dan tekanan sama. Dengan demikian  $\eta_{vo}$  dapat di rumuskan sebagai berikut :

$$\eta_{vol} = \frac{Ma}{Mth} \cdot 100 \% \quad (11)$$

Dimana :

- $\eta_{vo}$  = Efisiensi volumetris, (%)
- $Ma$  = Laju aliran udara aktual, (kg/h)
- $Mth$  = Laju aliran udara teoritis, (kg/h)

## 8. Efisiensi Thermis ( $\eta_{th}$ )

Efisiensi thermis didefinisikan sebagai perbandingan besarnya energi kalor yang di ubah menjadi daya efektif dengan jumlah kalor bahan bakar yang disuplei ke dalam silinder. Parameter ini menunjukkan kemampuan suatu mesin untuk mengkonversi energi kalor dari bahan bakar menjadi energi mekanik.  $\eta_{th}$  dapat dihitung dengan rumus berikut

$$\eta_{th} = \frac{BHP}{Q_{tot}} \quad (12)$$

Dan

$$Q_{tot} = \frac{\dot{m}xLHV_{bb}}{3600} \quad (13)$$

Dimana :

$\eta_{th}$  = Efisiensi thermis, (%)

$Q_{tot}$  = Kalor total yang di suplai, (kW)

$LHV_{bb}$  = Nilai kalor bahan bakar, (kJ/kg)

3600 = Faktor konversi jam ke detik

$BP$  = Daya efektif, (kW)

### 2.2 Bahan Bakar Minyak

Bahan bakar minyak adalah suatu senyawa organik yang dibutuhkan dalam suatu pembakaran untuk mendapatkan energi melalui proses pembakaran".Bahan bakar minyak seperti bensin dan solar adalah bahan bakar cair yang biasa digunakan untuk kendaraan bermotor [19].

#### 2.2.1 Bahan Bakar Bensin

##### 1. Premium

Premium adalah bahan bakar mesin bensin yang memiliki angka oktana (RON) minimal 88,0 diproduksi sesuai dengan keputusan Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi No. 933.K/10/DJM.S/2013 tanggal 19 november 2013 tentang standar dan mutu (spesifikasi) bahan bakar minyak jenis bensin 88 yang

dipasarkan didalam negeri. Pertamina tidak menambahkan aditif logam dalam premium yang dipasarkan karena dapat menyebabkan terbentuknya abu pada mesin kendaraan [19].

Bensin premium mempunyai sifat anti ketukan yang baik dan dapat dipakai pada mesin dengan batas kompresi hingga 9,0 : 1 pada semua jenis dan kondisi, namun tidak baik jika digunakan pada motor bensin dengan kompresi tinggi karena dapat menyebabkan *knocking*. *Knocking* dapat dikurangi dengan menambahkan zat *additive*, seperti TEL (*tetra ethyl lead*,  $Pb (C_2H_5)_4$ ), MTBE (*methyl tertiarybutyl ether*,  $C_5H_{11}O$ ), atau etanol dalam bahan bakar tersebut [20].

Bensin premium memiliki kandungan maksimum sulfur (S) 0,05%, timbal (Pb) 0,013% (jenis tanpa timbal) dan Pb 0,3% (jenis dengan timbal), oksigen (O) 2,72%, pewarna 0,13 gr/100L, tekanan uap 45÷69 kPa, titik didih 215°C, serta massa jenis (suhu 15°C) 715÷780 kg/m<sup>3</sup>, stabilitas oksidasi 360 menit.

## 2. Peralite

Peralite adalah bahan bakar minyak terbaru dari Pertamina yang memiliki angka oktan (RON) minimal 90. Peralite dihasilkan dengan penambahan zat aditif dalam proses pengolahannya di kilang minyak. Peralite diluncurkan tanggal 24 Juli 2015 sebagai varian baru bagi konsumen yang menginginkan BBM dengan kualitas diatas premium, tetapi dengan harga yang lebih murah dari pertamax [21].

Bensin peralite memiliki kandungan maksimum sulfur (S) 0,05%, oksigen (O) 2,72%, pewarna 0,13 gr/100L, tekanan uap 45÷60 kPa, titik didih 215°C, serta massa jenis (suhu 15°C) 715÷770 kg/m<sup>3</sup>, stabilitas oksidasi 360 menit (dengan timbal dan tanpa timbal).

## 3. Pertamax

Pertamax adalah bahan bakar yang memiliki angka oktan (RON) minimal 92,0 diperuntukkan untuk mesin kendaraan yang mempunyai rasio kompresi antara 9:1 s.d. 10:1. Pertamax diproduksi oleh Pertamina sesuai dengan keputusan Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi No. 3674/K24/DJM/2006 tanggal 17 Maret 2006 tentang spesifikasi Bahan Bakar Minyak jenis bensin 91. Pertamina tidak menambahkan aditif logam dalam pertamax yang dipasarkan karena dapat menyebabkan terbentuknya abu pada mesin kendaraan [19].

Produk pertamax pertamina mengandung aditif generasi terbaru yang dapat memberikan perlindungan pada mesin dengan pembakaran lebih sempurna sehingga membuat mesin bersih dari deposit pada intake valve, port fuel injector dan combustion chamber. Selain itu memberi keuntungan lain berupa proteksi anti karat pada tangka dan saluran bahan bakar. Pertamax saat ini sudah tersedia di seluruh wilayah Indonesia.

Bensin pertamax memiliki kandungan maksimum sulfur (S) 0,05%, timbal (Pb) 0,013% (jenis tanpa timbal), oksigen (O) 2,72%, pewarna 0,13 gr/100L, tekanan uap 45÷60 kPa, titik didih 205°C, serta massa jenis (suhu 15°C) 715÷780 kg/m<sup>3</sup>, stabilitas oksidasi 480 menit.

### 2.2.2 Metanol

Metanol adalah senyawa Alkohol dengan 1 rantai karbon. Rumus Kimia CH<sub>3</sub>OH, dengan berat molekul 32. Titik didih 64,8 nilai kalor 19,66 MJ/kg dan berat jenis 0,79 kg/l [22]. Secara fisik metanol merupakan cairan bening, berbau seperti alkohol, dapat bercampur dengan air, etanol, chloroform dalam perbandingan berapapun, hygroskopis, mudah menguap dan mudah terbakar dengan api yang berwarna biru. Secara teori metanol dapat dibuat dari proses penyulingan kayu, gasifikasi batu bara dan sintesis gas alam, tetapi produksi metanol di Indonesia menggunakan gas alam [23].

Metanol merupakan cairan polar yang dapat bercampur dengan air, alkohol-alkohol lain, ester, keton, eter, dan sebagian besar pelarut organik. Metanol sedikit larut dalam lemak dan minyak. Secara fisika metanol mempunyai afinitas khusus terhadap karbon dioksida dan hidrogen sulfida. Titik didih metanol berada pada 64,7° C dengan panas pembentukan (cairan) -239,03 kJ/mol pada suhu 25° C [20].

Tabel 1. Karakteristik Metanol [22]

<b>Fuel Property</b>	<b>Methanol</b>
Research Octane number	109
Oxygen content	50%
Density (kg/l)	0.79
Stoichiometric air/fuel ratio	6.45
Low calorific value (MJ/Kg)	19.66
High calorific value (MJ/Kg)	22.3
Boiling Point (°C)	64.8
Freezing Point (°C)	-98
Flash Point (°C)	11
Auto-ignition temperature (°C)	470
Motor Octane number	88.6
Flammability limit	6.7-36
Viscosity (at 20°C) (CP)	0.6
Heat of Vaporization (kJ/kg)	1100

### 2.2.3 Karakteristik Bahan Bakar Minyak

Karakteristik bahan bakar minyak perlu diketahui dengan maksud agar hasil pembakaran dapat tercapai secara optimal. Secara umum karakteristik bahan bakar minyak yang perlu diketahui adalah sebagai berikut [19]:

#### 1. Berat jenis (specific gravity)

Berat jenis adalah suatu angka yang menyatakan perbandingan berat dari bahan bakar minyak pada temperatur tertentu terhadap air pada volume dan temperatur yang sama. Bahan bakar minyak umumnya mempunyai specific gravity antara 0,74 dan 0,96 dengan kata lain bahan bakar minyak lebih ringan dari pada air [24].

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (14)$$

$$\rho = \frac{m_{sampel} - m_{aquades}}{V_{piknometer} + \rho_{aquades}} \quad (15)$$

Dimana:

$\rho$  = Massa jenis (gr/ml)

$m_{sampel}$  = Massa minyak (gr)

$m_{aquades}$  = Massa minyak (gr)

$V_{piknometer}$  = Volume piknometer (ml)

$\rho_{aquades}$  = Massa jenis aquades pada temperature 40°C (gr/ml)

## 2. Nilai Kalori (Caloric Value)

Nilai kalori adalah suatu angka yang menyatakan jumlah panas/kalori yang dihasilkan dari proses pembakaran sejumlah tertentu bahan bakar dengan udara/oksigen. Nilai kalori berbanding terbalik terhadap berat jenis. Pada volume yang sama, semakin besar berat jenis suatu minyak akan semakin rendah nilai kalornya. Nilai kalori diperlukan karena dapat digunakan untuk menghitung jumlah konsumsi bahan bakar minyak yang dibutuhkan suatu mesin dalam suatu periode.

Nilai kalor bahan bakar dapat diketahui dengan menggunakan bom kalorimeter. Bom kalorimeter untuk pembakaran yang cepat terdiri dari ruang pembakaran (bom) dan calorimeter vessel, biasanya sebuah bejana silinder yang mengelilingi bom dan mengandung air yang diketahui kuantitasnya. Pembakaran dilakukan menggunakan oksigen. Bahan bakar yang akan diuji nilai kalornya dibakar menggunakan kumparan kawat yang dialiri arus listrik dalam bilik yang disebut bom dan dibenamkan di dalam air. Bahan bakar yang bereaksi dengan oksigen akan menghasilkan kalor, hal ini menyebabkan suhu kalorimeter naik. Pengukuran akan dipusatkan pada peningkatan suhu air [25].

$$Q = m C \Delta T \quad (16)$$

dimana:

$Q$  = kalor yang diserap oleh air (kJ)

$m$  = massa air (Kg)

$C$  = kalor jenis air (kJ/KgK)

$\Delta T$  = kenaikan temperatur air (K)

Massa air diketahui dari volume air dalam *vessel calorimeter*. Air sebagai media penyerap kalor dan parameter utama pengukuran nilai kalor. Nilai kalor jenis dari air merupakan ketetapan dengan nilai 4,18 kJ/kgK.

Nilai  $\Delta T$  diperoleh dari pengukuran kenaikan temperatur air menggunakan termometer backman.  $\Delta T$  merupakan selisih dari nilai temperatur maksimum yang

dicapai dengan nilai pembacaan termometer di menit terakhir sebelum proses pembakaran. Koreksi radiasi dihitung dari rata-rata perubahan temperatur air sebelum bahan bakar terbakar dan setelah mencapai temperatur maksimum

$$koreksi\ radiasi = n \cdot v^1 + \frac{(-v + v^1)}{2} \quad (17)$$

dimana:

$n$  = jarak waktu dari pembakaran sampai temperature maksimum

$v^1$  = rata-rata penurunan temperatur pada akhir percobaan

$v$  = rata-rata kenaikan temperatur pada awal percobaan

Hasil dari koreksi radiasi dijumlahkan dengan nilai  $\Delta T$  untuk menghasilkan  $\Delta T$  *corrected*.

$$\Delta T \text{ corrected} = \Delta T + koreksi\ radiasi \quad (18)$$

Sehingga kalor yang diserap oleh air dapat dihitung dengan mengalikan massa air dengan kalor jenis air dan kenaikan temperatur *corrected*. Selanjutnya untuk menghitung nilai kalor tiap satu gram bahan bakar, maka nilai  $Q_{air}$  dibagi dengan massa bahan bakar yang digunakan.

$$nilai\ kalor\ bahan\ bakar = \frac{kalor\ yang\ diserap}{massa\ sampel\ bahan\ bakar} \quad (19)$$

### 3. Angka Oktana (Octane Number)

Angka oktana adalah suatu angka yang menyatakan kemampuan bahan bakar minyak dalam menahan tekanan kompresi untuk mencegah gasoline terbakar sebelum busi menyala (mencegah terjadinya detonasi) didalam mesin bensin. Angka oktana mewakili suatu perbandingan antara normal heptana yang memiliki angka oktana nol dan iso oktana yang memiliki angka oktana 100. Angka oktana diperlukan karena berhubungan dengan kemajuan teknologi permesinan, yang mempunyai kecenderungan menaikkan perbandingan kompresi untuk meningkatkan power output, sehingga membutuhkan gasoline dengan angka oktana yang tinggi.



#### 4. Kadar Abu (Ash Content)

Kadar abu adalah jumlah dari sisa-sisa minyak yang tertinggal, apabila suatu minyak dibakar sampai habis. Kadar abu ini berasal dari minyak bumi sendiri atau akibat kontak didalam perpipaan dan penimbunan.

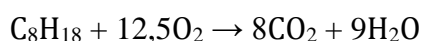
#### 5. Viskositas

Viskositas adalah suatu angka ukur yang menyatakan besarnya perlawanan/hambatan dari suatu bahan cair untuk mengalir atau ukuran besarnya tahanan geser dari bahan cair. Makin tinggi viskositas minyak akan makin kental dan lebih sulit mengalir, demikian sebaliknya semakin rendah viskositas makin encer dan lebih mudah minyak itu mengalir. Banyak cara untuk mengukur viskositas, tetapi dalam industri minyak, pengukuran pada umumnya menggunakan satuan centistokes atau centipoises tergantung pada alat viscometer yang digunakan.

#### 2.3 Teori Pembakaran

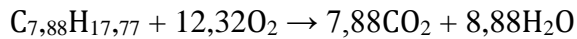
Pembakaran adalah reaksi kimia, yaitu elemen tertentu dari bahan bakar setelah dinyalakan dan digabung dengan oksigen akan menimbulkan panas sehingga menaikkan suhu dan tekanan gas [26]. Elemen mampu bakar (combustable) yang utama adalah karbon (C) dan hidrogen (H), elemen mampu bakar yang lain namun umumnya hanya sedikit terkandung dalam bahan bakar adalah sulfur (S). Oksigen yang diperlukan untuk pembakaran diperoleh dari udara yang merupakan campuran dari oksigen dan nitrogen. Nitrogen adalah gas lembam dan tidak berpartisipasi dalam pembakaran. Selama proses pembakaran, butiran minyak bahan bakar dipisahkan menjadi elemen komponennya yaitu hidrogen dan karbon dan masing-masing bergabung dengan oksigen dari udara secara terpisah. Hidrogen bergabung dengan oksigen untuk membentuk air dan karbon bergabung dengan oksigen menjadi karbon dioksida.

Pembakaran oktana  $C_8H_{18}$  dengan oksigen murni menghasilkan  $8CO_2$  dan  $9H_2O$  [27].

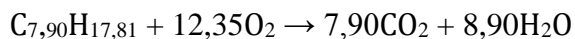


Jika kita membuat reaksi untuk masing-masing bahan bakar bensin maka didapatkan sebagai berikut:

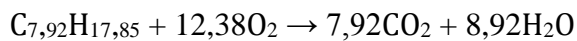
Premium ( $C_{7,88}H_{17,77}$ )



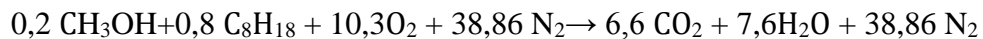
Pertalite ( $C_{7,90}H_{17,81}$ )



Pertamax ( $C_{7,92}H_{17,85}$ )



Reaksi pembakaran saat pencampuran metanol sebanyak 20% pada bahan bakar bensin [28] sebagai berikut:



## 2.4 Emisi Gas Buang

Proses pembakaran atau penguapan bahan bakar minyak akan menghasilkan gas buang (emisi). Atmosfir bumi, yang biasanya kita sebut dengan udara, disusun dari berbagai macam komponen dengan mayoritas didominasi oleh oksigen (21%) dan nitrogen (78%) dari total keseluruhan volume atmosfer. Sisanya (1%) terdiri dari berbagai gas lainnya, termasuk Argon (Ar) yang komposisi 0,94% (sisanya 0,06% terdiri dari  $CO_2$ , CO, HC,  $NO_x$ ,  $SO_2$ , dan lain-lain). Selain argon dan karbon dioksida di udara, terdapat banyak substansi yang tidak diinginkan seperti CO (karbon monoksida), gas HC (hidro karbon), nitrogen oksida ( $NO_x$ ), sulfur dioksida ( $SO_2$ ), dan timah hitam (Pb). Substansi yang tidak diinginkan ini disebut polusi udara atau pencemaran udara. Gas-gas ini sangat berbahaya bagi manusia, binatang, maupun tumbuh-tumbuhan.

Tabel 2. Ambang Batas Emisi Gas *Buang* [29]

Kategori	Tahun	Parameter		Metoda uji
	Pembuatan	CO (%)	HC (ppm) Opasitas (% HSU)*	
Berpenggerak motor bakar cetus api (bensin)	< 2007	4.5	1200	Idle
	≥ 2007	1.5	200	
Berpenggerak motor bakar penyalaan kompresi (diesel)				Percepatan Bebas
- GVW ≤ 3.5 ton	< 2010		70	
	≥ 2010		40	
- GVW > 3.5 ton	< 2010		70	
	≥ 2010		50	

## 2.5 Getaran

### 2.5.1 Definisi Getaran

Getaran merupakan efek suatu sumber yang memakai satuan ukuran hertz. Getaran diartikan sebagai gerakan osilasi. Perpindahan osilasi melibatkan kecepatan bergantian dalam satu arah dan kemudian kecepatan dalam arah yang berlawanan. Perubahan kecepatan ini berarti bahwa benda terus-menerus mengalami percepatan, pertama ke satu arah dan kemudian ke arah yang berlawanan. Gerakan osilasi dari suatu sumber, misalnya, kendaraan atau alat, dapat berupa gelombang sinus harmonik sederhana atau kompleks gelombang majemuk yang memiliki frekuensi dan percepatan yang berbeda atau rangkaian gelombang kompleks yang tidak berulang secara acak [30].

### 2.5.2 Karakteristik Getaran

Mengacu pada pergerakan pegas, kita dapat mempelajari karakteristik getaran dengan memetakan pergerakan pegas sebagai fungsi waktu. Karakteristik getaran yang penting antara lain adalah :

1. Percepatan Getaran (*vibration acceleration*) adalah fitur getaran penting lainnya. Pada saat posisi puncak kecepatan getaran sama dengan nol tetapi di bagian ini, akselerasi akan maksimum. Pada saat posisi netral, akselerasi getaran adalah nol. Secara teknis, akselerasi adalah laju perubahan kecepatan. Akselerasi getaran biasanya dinyatakan dalam satuan puncak *g*s, di mana *g* adalah akselerasi yang disebabkan oleh gaya gravitasi di permukaan bumi.
2. Kecepatan Getaran (*vibration velocity*). Karena getaran adalah gerakan, sehingga memiliki kecepatan. Dalam gerak periodik kecepatan maksimum terjadi pada saat posisi netral, sedangkan kecepatan minimum adalah pada saat

posisi puncak (*peak*). Kecepatan getaran ini biasanya dinyatakan dalam mm/det. Karena kecepatan ini selalu berubah secara sinusoidal, mm/detik (nilai rms) sering digunakan. Kadang-kadang juga digunakan dalam satuan inci/detik(*peak*) atau inci/detik(rms). 1 inci = 25,4 mm.

## 2.6 Kebisingan

### 2.6.1 Definisi Kebisingan

Kebisingan bisa didefinisikan sebagai suara yang tidak diinginkan yang dapat menimbulkan ketidaknyamanan bagi pendengarnya. Bising dapat diartikan sebagai bunyi yang tidak dikehendaki yang bersumber dari aktivitas alam seperti bicara dan aktivitas buatan manusia seperti penggunaan mesin [31]. Menurut *World Health Organization* (WHO), kebisingan juga bisa diartikan sebagai suara apa saja yang sudah tidak diperlukan dan memiliki efek yang buruk untuk kualitas kehidupan, kesehatan, dan kesejahteraan.

### 2.6.2 Standar Kebisingan

Kebisingan merupakan bunyi yang tidak diinginkan dalam tingkat dan waktu tertentu karena dapat menyebabkan gangguan terhadap kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan (Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No:KEP-48/MENLH/11/1996, 1996). Tingkat kebisingan menunjukkan ukuran energi bunyi dalam satuan desibel disingkat dB [32]. Untuk mengukur tingkat kebisingan, alat yang umum digunakan adalah *soud level meter* (SLM). Tingkat kebisingan dapat diklasifikasikan berdasarkan intensitas yang diukur dengan satuan *decibel* (dB) seperti Tabel 1 berikut.

Tabel 3. Skala Intensitas Kebisingan (dBA) [32]

Tingkat Kebisingan	Keterangan	Skala Intensitas
0-20	Gemerisik daun Suara gemerisik	Sangat tenang
20-40	Perpustakaan, percakapan	Tenang
40-60	Radio pelan, Percakapan keras Rumah, gaduh kantor	Sedang
60-80	Perusahaan, radio keras dan jalan	Keras
80-100	Peluit polisi, jalan raya, pabrik tekstil dan pekerja mekanis	Sangat keras
100-120	Ruang ketel, mesin turbin uap mesin diesel besar dan kereta bawah tanah	Sangat amat keras
> 120	Ledakan bom, mesin jet dan mesin roket	Menulikan

Berdasarkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 7 tahun 2009 tentang Ambang Batas Kebisingan Kendaraan Bermotor Tipe Baru, kebisingan yang diizinkan untuk M1 (< 9 orang) adalah tahap pertama 90 dB(A) dan tahap kedua 87 (2,3) dB(A). Secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 4. Baku Mutu Kebisingan [33]

Kategori	Daya	L Max dB (A)	
		Tahun Pemberlakuan	
		(i)	(ii)
M1 ( $\leq 9$ orang)	-	90	87 <sup>(2,3)</sup>
GVW $\leq 2$ T	-	91	88 <sup>(2)</sup>
BUS 2 T < GVW $\leq 3,5$ T	-	91	89 <sup>(2,3)</sup>
GVW > 3,5 T	P < 150 kW	92	90 <sup>(3)</sup>
-	150 kW $\leq$ P	95 <sup>(1)</sup>	93 <sup>(3)</sup>
Metode Pengujian		ECE R51	ECE R51-01

Keterangan:

(1) : 147 kW (ECE)  $\leq$  P

(2) : *Direct Injection* + 1 dB(A) relaxation

(3) : P < 150 kW (ECE: +1 dB(A) relaxation 150 kW (ECE)  $\leq$  P: +2 dB(A) relaxation

(i) : tahap 1

(ii) : tahap 2