

**ANALISIS PENGGUNAAN BAHAN BAKAR PERTAMAX DAN PERTALITE  
TERHADAP EMISI GAS BUANG PADA SEPEDA MOTOR HONDA  
VARIO TECHNO 150 CC**

**SKRIPSI**

*Diajukan Sebagai Persyaratan Untuk Menyelesaikan Program Strata Satu Pada  
Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif Jurusan Teknik Otomotif  
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang*



Oleh :

**SRI RAHMANTO**  
**NIM. 97752/2009**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK OTOMOTIF  
JURUSAN TEKNIK OTOMOTIF  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
2017**

**PERSETUJUAN SKRIPSI**

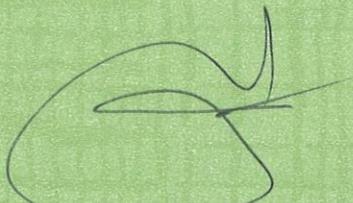
**ANALISIS PENGGUNAAN BAHAN BAKAR PERTAMAX DAN PERTALITE  
TERHADAP EMISI GAS BUANG PADA SEPEDA MOTOR HONDA  
VARIO TECHNO 150 CC**

Nama : Sri Rahmanto  
NIM / TM : 97752 / 2009  
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif  
Jurusan : Teknik Otomotif  
Fakultas : Teknik

Padang, 25 Januari 2017

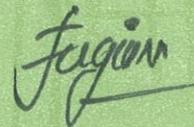
Disetujui Oleh:

**Pembimbing I**



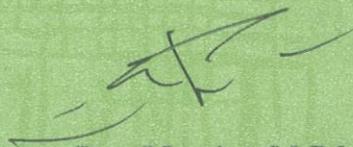
**Dr. Wakhinuddin S, M.Pd**  
NIP.19600314 198503 1 003

**Pembimbing II**



**Toto Sugiarto, S.Pd, M.Si**  
NIP. 19730213 199903 1 005

Mengetahui,  
**Ketua Jurusan Teknik Otomotif**



**Drs. Martias, M.Pd**  
NIP. 19640801 199203 1 003

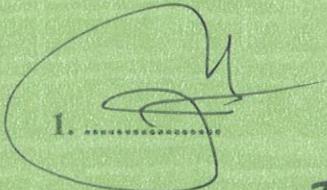
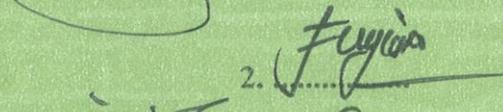
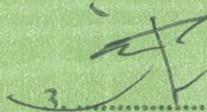
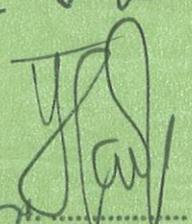
## PENGESAHAN SKRIPSI

*Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan Di Depan Tim Penguji Skripsi  
Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif Jurusan Teknik Otomotif  
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang*

**Judul** : ANALISIS PENGGUNAAN BAHAN BAKAR  
PERTAMAX DAN PERTALITE TERHADAP EMISI GAS  
BUANG PADA SEPEDA MOTOR HONDA VARIO  
TECHNO 150 CC

**Nama** : Sri Rahmanto  
**Nim / BP** : 97752 / 2009  
**Program Studi** : Pendidikan Teknik Otomotif  
**Jurusan** : Teknik Otomotif  
**Fakultas** : Teknik

Padang, 25 Januari 2017

Tim Penguji	Nama	Tanda Tangan
1. Ketua	: Dr. Wakhinuddin S, M.Pd	 1. ....
2. Sekretaris	: Toto Sugiarto, S.Pd, M.Si	 2. ....
3. Anggota	: Drs. Martias, M.Pd	 3. ....
4. Anggota	: Drs. Hasan Maksum, M.T	 4. ....
5. Anggota	: Wagino, S.Pd, M.Pd.T	 5. ....



KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
FAKULTAS TEKNIK

**JURUSAN TEKNIK OTOMOTIF**

Jl. Prof Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang 25171  
Telp. (0751) 7055922 FT: (0751) 7055644, 445118 Fax .7055644  
E-mail : info@ft.unp.ac.id



Certified Management System  
DIN EN ISO 9001:2000  
Cert.No. 01.100 086042

**SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Sri Rahmanto**  
NIM/TM : 97752/2009  
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif  
Jurusan : Teknik Otomotif  
Fakultas : Teknik

Dengan ini saya menyatakan, bahwa skripsi saya dengan judul "**Analisis Penggunaan Bahan Bakar Pertamina dan Pertalite Terhadap Emisi Gas Buang Pada Sepeda Motor Honda Vario Techno 150 CC**" adalah benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat, maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di institusi Universitas Negeri Padang maupun di masyarakat dan negara.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Padang, 25 Januari 2017

Saya yang menyatakan,



**Sri Rahmanto**

NIM/TM. 97752/2009

## ABSTRAK

### **Sri Rahmanto (2016): Analisis Penggunaan Bahan Bakar Pertamax dan Peralite Terhadap Emisi Gas Buang Pada Sepeda Motor Honda Vario Techno 150 cc.**

Pesatnya kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi membuat kebutuhan masyarakat semakin meningkat. Termasuk kebutuhan pada teknologi otomotif pada bidang transportasi yang semakin meningkat. Peningkatan pada kendaraan bermotor khususnya pada sepeda motor menyebabkan emisi gas buang yang dihasilkan juga cenderung meningkat polusi lingkungan semakin memburuk sehingga perlu adanya tindakan nyata untuk mencegah polusi pencemaran udara. pada emisi gas buang kendaraan bermotor dapat mengakibatkan pemanasan global (*Global Warming*).

Pengujian dilakukan pada sepeda motor vario techno 150 cc. Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen. Pengujian dilakukan pada 22 November 2016 di SMK Muhammadiyah I Padang dengan menggunakan alat *four gas analyzer*, untuk pengujian bahan bakar pertamax dan pertalite pengambilan data sebanyak 3 kali pada setiap sampel. Pengujian dimulai dari sepeda motor menggunakan bahan bakar pertamax kemudian dilanjutkan dengan menggunakan bahan bakar pertalite.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada sepeda motor vario techno 150 cc menggunakan bahan bakar pertamax dan pertalite terhadap emisi gas buang putaran mesin 1700 rpm menghasilkan CO dengan persentase penurunan sebesar 88,46%, HC dengan persentase penurunan sebesar 78,29 %, CO<sub>2</sub> dengan persentase peningkatan sebesar 4,65%, O<sub>2</sub> sebesar 0% dan  $\lambda$  dengan persentase peningkatan sebesar 2,02%. Pada putaran mesin 2500 rpm menghasilkan CO dengan persentase penurunan sebesar 25%, HC dengan persentase penurunan sebesar 69,25%, CO<sub>2</sub> dengan persentase peningkatan sebesar 1,80%, O<sub>2</sub> dengan persentase peningkatan sebesar 6,89% dan  $\lambda$  sebesar 0%. Pada putaran mesin 1700 rpm hasilnya signifikan terhadap CO dan HC dengan nilai  $t$  hitung yang lebih besar dari  $t$  tabel, dan tidak signifikan terhadap CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, dan  $\lambda$  dengan  $t$  hitung yang lebih kecil dari  $t$  tabel. Harga  $t_{tabel}$  yang digunakan adalah pada taraf signifikan 5%. pada putaran mesin 2500 rpm hasilnya signifikan terhadap HC dengan nilai  $t$  hitung yang lebih besar dari  $t$  tabel, dan tidak signifikan terhadap CO, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, dan  $\lambda$  dengan  $t$  hitung yang lebih kecil dari  $t$  tabel. Harga  $t_{tabel}$  yang digunakan adalah pada taraf signifikan 5%.

**Kata Kunci:** Pertamax, Peralite dan Emisi Gas Buang

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karuniaNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan judul **“Analisis Penggunaan Bahan Bakar Pertamina dan Peralite Terhadap Emisi Gas Buang Pada Sepeda Motor Honda Vario Techno 150 CC”**. Penulisan skripsi ini merupakan salah satu persyaratan untuk menyelesaikan Program Studi Strata Satu (S1) di Jurusan Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang. Shalawat beriringan salam senantiasa tercurahkan kepada junjungan alam Nabi Besar Muhammad SAW.

Selama penulisan skripsi ini, penulis telah banyak mendapatkan bantuan moril maupun materil, terutama pada saat penulis menghadapi kesulitan, rintangan, dan kegalauan yang datang menghampiri. Dengan demikian, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Fahmi Rizal, M.Pd Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
2. Bapak Drs. Martias, M.Pd. Ketua Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
3. Bapak Dr. Wakhinuddin S, M.Pd selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing dan memberikan masukan dalam penulisan skripsi ini.

4. Bapak Toto Sugiarto, S.Pd, M,Si selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan masukan pada penulisan skripsi ini.
5. Bapak Drs. Hasan Maksum, MT. Dosen Penasehat Akademik.
6. Seluruh Dosen, Teknisi, dan Staf Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
7. Rekan-rekan seperjuangan, Mahasiswa Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang, terutama angkatan 2009 yang selalu bersedia untuk memberikan semangat dan bertukar pikiran dengan penulis.
8. Teristimewa orang tua dan keluarga besar penulis yang selalu memberikan dukungan moril maupun materil pada penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan dikarenakan keterbatasan dan kemampuan penulis, untuk itu penulis mengharapkan kritikan dan saran yang bersifat memperbaiki untuk kesempurnaan skripsi ini.

Padang, 25 Januari 2017

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK</b> .....	i
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	vii
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah .....	7
C. Batasan Masalah .....	8
D. Rumusan Masalah .....	8
E. Tujuan Penelitian.....	8
F. Manfaat Penelitian .....	8
<b>BAB II. LANDASAN TEORI</b>	
A. Deskripsi Teori .....	10
B. Penelitian Relevan .....	34
C. Kerangka Berpikir .....	35
D. Hipotesis Penelitian .....	36
<b>BAB III. METODE PENELITIAN</b>	
A. Desain Penelitian .....	37
B. Defenisi Operasional .....	38
C. Variabel Penelitian .....	39
D. Objek Penelitian .....	40
E. Jenis dan Sumber Data.....	40
F. Instrumen Pengumpulan Data .....	41
G. Prosedur Penelitian .....	41
H. Teknik Pengumpulan Data .....	42
I. Teknik Analisa Data .....	45

**BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

A. Data Penelitian .....	48
B. Analisis Data .....	53
C. Pembahasan.....	57
D. Keterbatasan Penelitian .....	58

**BAB V PENUTUP**

A. Kesimpulan .....	60
B. Saran.....	61

<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>62</b>
-----------------------------	-----------

<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>64</b>
----------------------	-----------

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
1. Detonasi.....	22
2. Pre Ignition.....	22
3. Kerangka Berfikir.....	36
4. Grafik hasil pengujian CO Mmenggunakan bahan bakar pertalite dan pertamax.....	50
5. Grafik hasil pengujian HC menggunakan bahan bakar pertalite dan pertamax.....	51
6. Grafik hasil pengujian CO <sub>2</sub> menggunakan bahan bakar pertalite dan pertamax.....	51
7. Grafik hasil pengujian O <sub>2</sub> menggunakan bahan bakar pertalite dan pertamax.....	52
8. Grafik hasil pengujian $\lambda$ menggunakan bahan bakar pertalite dan pertamax.....	53

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Ambang Batas Emisi .....	2
2. Populasi Kendaraan di Indonesia 2012-2003 .....	5
3. Spesifikasi Bahan Bakar Pertalite .....	15
4. Spesifikasi Bahan Bakar Pertamina.....	17
5. Pengaruh (CO) pada Hemoglobin (Hb) .....	25
6. Pola Penelitian .....	38
7. Spesifikasi Honda Vario Techno 150 CC .....	40
8. Format Pengambilan Data Hasil Pengujian Emisi Gas Buang Putaran 1700 rpm Dengan Bahan Bakar Pertalite .....	43
9. Format Pengambilan Data Hasil Pengujian Emisi Gas Buang Putaran 2500 rpm Dengan Bahan Bakar Pertalite .....	43
10. Format Pengambilan Data Hasil Pengujian Emisi Gas Buang Putaran 1700 rpm Dengan Bahan Bakar Pertamina .....	43
11. Format Pengambilan Data Hasil Pengujian Emisi Gas Buang Putaran 2500 rpm Dengan Bahan Bakar Pertamina.....	44
12. Format Pengambilan Data Rata-rata Hasil Pengujian Emisi Gas Buang Putaran 1700 rpm .....	44
13. Format Pengambilan Data Rata-rata Hasil Pengujian Emisi Gas Buang Putaran 2500 rpm .....	44
14. Data Hasil Pengujian Kandungan Kadar Emisi Gas Buang Putaran Mesin 1700 rpm Menggunakan Bahan Bakar Pertalite .....	48
15. Data Hasil Pengujian Kandungan Kadar Emisi Gas Buang Putaran Mesin 2500 rpm Menggunakan Bahan Bakar Pertalite .....	48
16. Data Hasil Pengujian Kandungan Kadar Emisi Gas Buang Putaran Mesin 1700 rpm Menggunakan Bahan Bakar Pertamina .....	49
17. Data Hasil Pengujian Kandungan Kadar Emisi Gas Buang Putaran Mesin 2500 rpm Menggunakan Bahan Bakar Pertamina .....	49

18. Data Rata-rata dan Selisih Hasil Pengujian Kandungan Kadar Emisi Gas Buang Putaran Mesin 1700 rpm .....	49
19. Data Rata-rata dan Selisih Hasil Pengujian Kandungan Kadar Emisi Gas Buang Putaran Mesin 2500 rpm .....	50
20. Analisa Data Hasil Pengujian Bahan Bakar Putaran Mesin 1700 rpm .....	56
21. Analisa Data Hasil Pengujian Bahan Bakar Putaran Mesin 2500 rpm .....	56

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Pesatnya kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi membuat kebutuhan masyarakat semakin meningkat. Termasuk kebutuhan pada teknologi otomotif khususnya pada bidang transportasi yang semakin meningkat tajam. Mulai dari transportasi umum sampai transportasi pribadi. Peningkatan ini juga sekaligus mencerminkan meningkatnya pertumbuhan ekonomi dan penambahan penduduk. Jelas transportasi juga ikut bertambah setiap tahunnya seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan penambahan penduduk tersebut. Pesatnya perkembangan sektor transportasi membawa dampak meningkatnya tingkat polusi di udara, kebisingan, kemacetan lalu lintas, dan hal-hal negatif lainnya. Menurut UU No. 32 tahun 2009, “pencemaran lingkungan hidup adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu lingkungan hidup yang telah ditetapkan”.

Pencemaran udara salah satunya disebabkan dari penggunaan bahan bakar yang tidak sesuai pada kendaraan bermotor. Menurut Mukono (2006) “pencemaran udara adalah bertambahnya bahan atau substrat fisik atau kimia ke dalam lingkungan udara normal yang mencapai sejumlah tertentu, sehingga dapat dideteksi oleh manusia (atau yang dapat dihitung dan diukur) serta dapat memberikan efek pada manusia, binatang, vegetasi dan material

karena ulah manusia”. Menurut Salim yang dikutip oleh Utami (2005), “pencemaran udara diartikan sebagai keadaan atmosfer, dimana satu atau lebih bahan-bahan polusi yang jumlah dan konsentrasinya dapat membahayakan kesehatan makhluk hidup, merusak properti, mengurangi kenyamanan di udara”. Berdasarkan definisi di atas, maka segala bahan padat, gas dan cair yang ada di udara yang dapat menimbulkan rasa tidak nyaman disebut polusi udara.

Peraturan Kementerian Negara Lingkungan Hidup, mendefinisikan ambang batas emisi gas buang kendaraan adalah batas maksimum zat atau bahan pencemar yang boleh dikeluarkan langsung dari pipa gas buang kendaraan bermotor. Ambang batas emisi gas buang untuk sepeda motor dapat dilihat pada Tabel di bawah ini.

**Tabel 1. Ambang Batas Emisi Gas Buang pada Sepeda Motor**

Kategori	Tahun Pembuatan	Parameter		Metode Uji
		CO (%)	HC (ppm)	
Sepeda motor 2 langkah	< 2010	4.5	12000	Idle
Sepeda motor 4 langkah	< 2010	5.5	2400	Idle
Sepeda motor (2 langkah dan 4 langkah)	≥ 2010	4.5	2000	Idle

Sumber: Permen LH Nomor 5 Tahun 2006

Berdasarkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2006 Tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang pasal 3 ayat 2 menyatakan bahwa, “Metode uji kandungan emisi gas buang diukur pada kondisi tanpa beban (putaran *idle*) sedangkan kandungan asap diukur pada kondisi percepatan bebas (*free acceleration*)”. Menurut data Kementerian

Lingkungan Hidup (2013), yang menyebutkan bahwa “70% pencemaran udara di kota-kota besar disebabkan oleh emisi gas buang kendaraan bermotor”. Melebihi polusi udara yang disebabkan oleh industri pabrik dan industri rumah tangga. Emisi gas buang kendaraan bermotor disebabkan karena proses pembakaran bahan bakar yang tidak sempurna di ruang bakar kendaraan bermotor tersebut. Emisi gas buang juga disebabkan dari penggunaan bahan bakar yang tidak sesuai pada kendaraan bermotor. Emisi gas buang menghasilkan unsur-unsur kimiawi dan mencemari udara, diantaranya karbon monoksida (CO), hidrokarbon (HC), sulfur oksida (SO<sub>x</sub>), nitrogen oksida (NO<sub>x</sub>), dan partikel.

Emisi gas buang sebagian besar merupakan gas yang berbahaya bagi kesehatan manusia apabila masuk kedalam tubuh melebihi batas normal yang ditetapkan. Srikandi (1992: 95) “Sumber polusi yang utama berasal dari sektor transportasi, di mana hampir 60% dari *polutan* yang dihasilkan terdiri dari *Karbon Monoksida* (CO) dan sekitar 15% terdiri dari *Hidrokarbon* (HC)”. Peningkatan jumlah kendaraan bermotor menyebabkan emisi gas buang yang dihasilkan juga cenderung meningkat sehingga perlu adanya tindakan nyata untuk mencegah pencemaran udara semakin memburuk.

Menurut Srikandi Fardiaz (1995) “Gas karbon monoksida dapat menyebabkan kepala pening, mual, berkunang-kunang, pingsan, kesukaran bernafas, dan kematian. Sedangkan gas hidrokarbon menyebabkan iritasi membran mukosa, lemas, sedikit pusing, lemah, dan mata berkunang-kunang”. Mengingat bahaya emisi gas buang seperti tersebut di atas, perlu

usaha-usaha dalam penanggulangannya agar dampak negatif dari emisi gas buang dapat dikurangi, sekaligus ikut membantu mensukseskan program langit biru yang dicanangkan oleh pemerintah. bahkan dalam beberapa kasus emisi gas buang kendaraan bermotor dapat menurunkan *Intelligent Question* (IQ) pada anak-anak. Selain itu kandungan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) pada emisi gas buang kendaraan bermotor dapat mengakibatkan pemanasan global (*Global Warming*). Masyarakat dapat melakukan usaha untuk menekan tingkat emisi gas buang kendaraan bermotor, agar tidak menimbulkan dampak yang negatif pada lingkungan hidup. Setidaknya dapat mengurangi dampak negatif tersebut.

Salah satu jenis kendaraan bermotor yang juga berperan dalam peningkatan emisi gas buang pada saat ini adalah sepeda motor. Sepeda motor merupakan kendaraan bermotor yang paling banyak digunakan dan meningkat setiap tahunnya. Penggunaan sepeda motor sekarang ini menjadi alat transportasi yang sangat diminati masyarakat, selain harganya yang terjangkau bagi setiap kalangan, sepeda motor saat ini memiliki berbagai model, merek dan keunggulan yang diberikan oleh setiap produsen sepeda motor. Hal ini dapat menarik minat para masyarakat untuk memiliki kendaraan bermotor tersebut.

Sepeda motor merupakan transportasi pribadi yang lebih banyak dipilih oleh masyarakat Indonesia. Menurut data Korps.Lantas POLRI, “Pada tahun 2013 jumlah sepeda motor di Indonesia mencapai 86 juta unit”. Mengalami peningkatan 11% dari tahun 2012 dengan jumlah sepeda motor

77 juta unit pada tahun 2012. Meningkatnya jumlah sepeda motor di Indonesia disebabkan karena sepeda motor merupakan alat transportasi yang efektif dan efisien untuk masyarakat Indonesia. Sepeda motor merupakan kendaraan bermotor yang mudah dalam pengoperasiannya, dan harganya yang terjangkau oleh masyarakat kalangan menengah ke bawah. “Sepeda motor masih menjadi andalan utama dan paling terjangkau bagi mayoritas masyarakat Indonesia”, tegas Gunadi Sinduwinata, Ketua umum Asosiasi Industri Sepeda Motor Indonesia (AISI), dikutip dari Korp.Lantas POLRI.

**Tabel 2. Populasi Kendaraan di Indonesia Tahun 2012-2013**

Jenis	Tahun		Peningkatan
	2012	2013	
Mobil	9.524.000 Unit	10.540.000 Unit	11 %
Sepeda Motor	77.755.000 Unit	86.253.000 Unit	11 %
Mobil Barang (Truk, Pick-Up)	4.723.000 Unit	5.156.000 Unit	9 %
<b>Jumlah</b>	<b>94.299.000 Unit</b>	<b>104.211.000 Unit</b>	<b>11 %</b>

(Sumber : Korps.Lantas Polri, 2014/09)

Seiring dengan meningkatnya jumlah sepeda motor dan permasalahan pencemaran udara yang disebabkan oleh emisi gas buang dari kendaraan bermotor. Perlu dilakukan usaha-usaha untuk menanggulangi agar dampak negatif dari emisi gas buang dapat dikurangi, sekaligus ikut membantu mensukseskan program langit biru yang dicanangkan oleh pemerintah sejak tahun 1996. Maka dari itu banyak hal yang telah dilakukan masyarakat untuk dapat mengurangi kandungan emisi gas buang pada kendaraan, mulai dari

memodifikasi mesin, penambahan part-part yang dapat menghemat pemakaian bensin dan emisi gas buang kendaraan, hingga penambahan zat aditif yang dicampurkan dengan bensin. Selain itu, Penggunaan bahan bakar yang tidak tepat tersebut dapat menimbulkan masalah pada mesin, dan salah satunya berefek pada emisi gas buang kendaraan tersebut.

Penggunaan bahan bakar yang sesuai dengan spesifikasi kendaraan dapat mengurangi emisi gas buang dan mencegah terjadinya kerusakan pada kendaraan. Banyak wacana yang bermunculan soal Peralite adalah solusi yang cocok untuk para pengguna kendaraan yang suka mencampurkan bahan bakar Premium dan Pertamina untuk kendaraannya. Akan tetapi Peralite sendiri memiliki kekurangan, yaitu tidak banyaknya jenis kendaraan yang bisa memakai jenis baru BBM ini karena sebenarnya kebanyakan jenis kendaraan yang mayoritasnya digunakan oleh masyarakat di Indonesia sudah memiliki spec minimum RON adalah 91-93 jadi sebenarnya untuk bahan bakar sendiri pertamax adalah spesifikasi minimum syarat pengisian bahan bakar. Dengan nilai RON 90-91 Peralite tentu tidak dapat dijadikan bahan bakar pengganti untuk kendaraan yang memang diharuskan menggunakan Pertamina sebagai bahan bakar utamanya.

Pertamina (2012) menjelaskan bahwa kendaraan yang diproduksi di atas tahun 1990 terutama yang telah menggunakan teknologi setara dengan EFI (*Electronic Fuel Injection*) dan *catalytic converters* dianjurkan menggunakan bahan bakar pertamax. Hal tersebut sejalan dengan apa yang diungkapkan oleh Urip dalam Andre Arifin (2013:4) “Pertamax juga

direkomendasikan untuk kendaraan yang diproduksi di atas tahun 1990 terutama telah menggunakan teknologi setara dengan *electronic fuel injection* dan *catalytic converter*". Selain itu pemakaian bahan bakar juga dapat berpengaruh terhadap emisi gas buang. Menurut Riman dalam Andre Arifin (2013:5) disebutkan bahwa terdapat empat faktor utama yang mempengaruhi emisi suatu kendaraan bermotor salah satunya yaitu kualitas bahan bakar.

Berdasarkan pada penjabaran permasalahan diatas, maka perlu dilakukan suatu penelitian untuk mengungkapkan kadar emisi gas buang (HC) dan (CO) pada sepeda motor Honda Vario Techno 150 dengan menggunakan bahan bakar pertalite dan pertamax. Kemudian dianalisis perbandingan kadar emisi gas buang antara bahan bakar pertalite dan pertamax tersebut.

## **B. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, dapat diidentifikasi masalah sebagai berikut:

1. Peningkatan jumlah kendaraan bermotor mengakibatkan meningkatnya kadar emisi gas buang.
2. Emisi gas buang dari kendaraan bermotor dapat mengakibatkan gangguan kesehatan dan menurunkan kualitas lingkungan hidup, serta penyebab terjadinya pemanasan global (*Global Warming*).
3. Meningkatnya penggunaan bahan bakar yang tidak sesuai dengan jenis kendaraan bermotor.

### **C. Batasan Masalah**

Agar penelitian lebih fokus dan terarah, maka permasalahan yang akan dibahas dibatasi pada “analisis penggunaan bahan bakar pertalite dan pertamax terhadap emisi gas buang pada sepeda motor Honda Vario Techno 150 CC “.

### **D. Rumusan Masalah**

Berdasarkan pembatasan masalah diatas, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana pengaruh pemakaian bahan bakar jenis pertamax dan pertalite terhadap emisi gas buang dan pada sepeda motor Honda Vario Techno 150 CC?

### **E. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan yang ingin di capai dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besarnya emisi gas buang pada sepeda motor Honda Vario Techno 150 CC menggunakan bahan bakar pertamax dan pertalite.

### **F. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini, adalah :

1. Bagi mahasiswa, dapat digunakan sebagai masukan atau referensi untuk proyek penelitian selanjutnya.
2. Bagi masyarakat (pembaca), dapat digunakan sebagai panduan dalam pemakaian bahan bakar pada sepeda motor injeksi.

3. Bagi peneliti sendiri, digunakan sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan perkuliahan untuk mendapatkan gelar Strata 1 (S1) pada Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **A. Deskripsi Teori**

##### **1. Bahan Bakar**

Bahan bakar pada umumnya merupakan suatu senyawa yang mengandung unsur hidrokarbon. Hampir semua jenis bahan bakar yang beredar di pasaran berasal dari minyak bumi beserta turunannya yang kemudian diolah menjadi berbagai macam dan jenis bahan bakar. Bahan itu sendiri sangat diperlukan dalam proses pembakaran yang terjadi di ruang bakar. Bahan bakar yang digunakan motor bakar harus memenuhi kriteria sifat fisik dan sifat kimia, antara lain :

- a. Nilai bakar bahan bakar itu sendiri
- b. Densitas energi yang tinggi
- c. Tidak beracun
- d. Stabilitas panas
- e. Rendah polusi
- f. Mudah dipakai dan disimpan

Sedangkan sifat alamiah dari bahan bakar itu sendiri:

- a. *Volatility* (Penguapan) adalah kemampuan menguap dari bahan bakar pada temperatur tertentu dalam proses destilasi.
- b. Titik nyala adalah temperatur tertentu dimana bahan bakar dapat terbakar dengan sendirinya tanpa bantuan percikan api.

- c. Gravitasi spesifik, merupakan perbandingan berat jenis bahan bakar terhadap acuan tertentu (terhadap berat jenis udara ataupun air).
- d. Nilai bakar, merupakan jumlah energi yang terkandung dalam bahan bakar.

Bahan bakar yang digunakan dalam motor bakar dapat dibedakan menurut wujudnya menjadi 3 kelompok, yaitu gas, cair, dan padat. Bahan bakar gas pada saat ini biasanya berasal dari gas alam, sedangkan bahan bakar cair berasal dari hasil penyulingan minyak bumi. Bahan bakar padat biasanya berupa batu bara. Adapun kriteria utama yang harus dipenuhi bahan bakar yang akan digunakan dalam motor bakar adalah sebagai berikut :

- a. Proses pembakaran bahan bakar dalam silinder harus secepat mungkin dan panas yang dihasilkan harus tinggi.
- b. Bahan bakar yang digunakan harus tidak meninggalkan endapan atau deposit setelah proses pembakaran, karena akan menyebabkan kerusakan pada dinding silinder.
- c. Gas sisa pembakaran harus tidak berbahaya pada saat dilepaskan ke atmosfer. ([www.undip.ac.id](http://www.undip.ac.id))

Wahyu (2012:22) menjelaskan bahwa “Bahan bakar adalah sumber energi kimia”. Menurut Daryanto (2003:55) “Bensin adalah zat cair yang pada umumnya diperoleh dari hasil pemurnian minyak bumi, di

dalamnya terkandung unsur-unsur karbon dan hidrogen, pada suhu biasa bensin akan menguap dan akan menyala dengan mudah apabila dibakar”.

Dwi dan Aburrahman (2004:14) menjelaskan bahwa “ Bensin berasal dari kata benzana, lazim sebenarnya zat ini berasal dari gas tambang yang mempunyai sifat beracun dan merupakan persenyawaan dari hidrokarbon tak jenuh, artinya dapat bereaksi dengan mudah terhadap unsur-unsur lain”. Selain itu menurut Richard dan Jeffrey (2004:45) menjelaskan bahwa bensin adalah campuran hidrokarbon (dengan 4 sampai dengan 12 atom karbon) dan titik rentang didih sekitar 30 – 200 °C. Urip (2011:4) menjelaskan bahwa “Indonesia terdapat beberapa jenis bahan bakar jenis bensin yang memiliki nilai mutu pembakaran berbeda. Nilai mutu jenis BBM bensin ini dihitung berdasarkan RON (*Research Octane Number*)”.

#### **a. Pertalite**

Pertalite adalah bahan bakar terbaru dari Pertamina dengan RON 90. Pertalite dihasilkan dengan penambahan zat aditif dalam proses pengolahannya di kilang minyak. Pertalite diluncurkan tanggal 24 Juli 2015 sebagai varian baru bagi konsumen yang menginginkan BBM dengan kualitas di atas premium, tetapi dengan harga yang lebih murah dari Pertamax. (Pertamina).

Pertalite dapat dikategorikan sebagai bahan bakar kendaraan yang memenuhi syarat dasar durability/ketahanan, dimana bahan bakar kendaraan ini tidak akan menimbulkan gangguan serta kerusakan

mesin, karena kandungan oktan 90 lebih sesuai dengan perbandingan kompresi kebanyakan kendaraan bermotor yang beredar di Indonesia. Kandungan aditif detergent, anti korosi, serta pemisah air pada Peralite akan menghambat proses korosi dan pembentukan deposit didalam mesin. (pertamina)

Sehubungan dengan diverifikasi bahan bakar minyak jenis bensin yang dipasarkan di dalam negeri. Dengan memperhatikan perkembangan teknologi, kemampuan produsen, kemampuan dan kebutuhan konsumen, keselamatan dan kesehatan kerja serta pengelolaan lingkungan hidup, perlu adanya penambahan spesifikasi bahan bakar jenis bensin yang dipasarkan di dalam negeri sebagaimana dimaksud dalam keputusan Direktur Jenderal Minyak dan Gas Bumi Nomor 3674 K/24/FJM/2006 tanggal 17 Maret 2006.

Berdasarkan pertimbangan diatas dan sesuai ketentuan Pasal 3 ayat (1) Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 0048 Tahun 2005 tentang Standar dan Mutu (Spesifikasi) serta Pengawasan Bahan Bakar Minyak, Bahan Bakar Gas, Bahan Bakar Lain, LPG, LNG, dan hasil olahan yang dipasarkan di dalam Negeri, perlu untuk menetapkan spesifikasi bahan bakar minyak jenis bensin 90 yang dipasarkan di dalam negeri dalam suatu Keputusan Direktur Minyak dan Gas Bumi.

Untuk membuat Pertalite komposisi bahannya adalah nafta yang memiliki RON 65-70, agar RON-nya menjadi RON 90 maka dicampurkan HOMC (High Octane Mogas Component), HOMC bisa juga disebut Pertamax, percampuran HOMC yang memiliki RON 92-95, selain itu juga ditambahkan zat aditif EcoSAVE. Zat aditif EcoSAVE ini bukan untuk meningkatkan RON tetapi agar mesin menjadi bertambah halus, bersih dan irit.

1. Nafta adalah material yang memiliki titik didih antara gasolin dan kerosin yang digunakan untuk :
  - a. Pelarut dry cleaning (pencuci)
  - b. Pelarut karet
  - c. Bahan awal etilen
  - d. Bahan bakar jet dikenal sebagai JP-4
2. HOMC yaitu merupakan produk naphtha (komponen minyak bumi) yang memiliki struktur kimia bercabang dan ring (lingkar) berangka oktan tinggi (daya bakar lebih sempurna dan instant cepat), Oktan diatas 92, bahkan ada yang 95, sampai 98 lebih. Kebanyakan merupakan hasil olah lanjut Naphtha jadi ber-angka oktane tinggi atau hasil perengkahan minyak berat menjadi HOMC. Terbentuknya oktane number tinggi adalah hasil perengkahan katalitik ataupun sintesa catalityc di reaktor kimia Unit kilang RCC/FCC/RFCC atau Plat Forming atau proses polimerisasi katalitik lainnya.

**Tabel 3. Spesifikasi Bahan Bakar Pertalite**

No	Karateristik	Satuan	Batasan		Metode uji
			Min	Maks	ASTM
1	Angka Oktana Riset	RON	90.0	-	D 2699
2	Stabilitas Oksidasi	Menit	360	-	D 525
3	Kandungan Sulfur	% m/m	-	0,05 <sup>1)</sup>	D 2622
4	Kandungan Timbal	g/l	- Injeksi timbal tidak diijinkan - Dilaporkan		D 3237
5	Kandungan Logam (Mangan, Besi)	mg/l	Tidak Terdeteksi		D3831
6	Kandungan Oksigen	% m/m	-	2.7 <sup>2)</sup>	D 4815
7	Kandungan Olefin	% v/v	Dilaporkan		D 1319
8	Kandungan Aromatik	% v/v			D 1319
9	Kandungan Benzene	% v/v			D 4420
10	Distilasi :				D 86
	10% vol. penguapan	°C	-	74	
	50% vol. penguapan	°C	88	125	
	90% vol. penguapan	°C	-	180	
	Titik didih akhir	°C	-	215	
	Residu	% vol	-	2.0	
11	Sedimen	mg/l		1	D 5452
12	<i>Uswashed Gum</i>	mg/100 ml		70	D 381
13	<i>Washed Gum</i>	mg/100 ml	-	5	D 381
14	Tekanan Uap	kPa	45	69	D 5191 atau D 323
15	Berat Jenis Pada Suhu 15 °C	kg/m <sup>3</sup>	715	770	D 4052 atau D 1298
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 l	0.13		

Sumber: (Pertamina)

## **b. Pertamax**

Pertamax seperti halnya Premium, adalah produk BBM dari pengolahan minyak bumi. Pertamax dihasilkan dengan penambahan zat aditif dalam proses pengolahannya di kilang minyak. Pertamax pertama kali diluncurkan pada tanggal 10 Desember 1999 sebagai pengganti Premix 1994 dan Super TT 1998 karena unsur MTBE yang berbahaya bagi lingkungan. Selain itu, Pertamax memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan Premium. Pertamax direkomendasikan untuk kendaraan yang memiliki kompresi 9,1-10,1, terutama yang telah menggunakan teknologi setara dengan *Electronic Fuel Injection (EFI)* dan *catalytic converters* (pengubah katalitik) (pertamina).

Pertamax merupakan bahan bakar yang ramah lingkungan dan beroktan tinggi serta formula barunya yang terbuat dari bahan baku berkualitas tinggi membuat kendaraan bermotor akan bekerja dengan lebih baik, lebih bertenaga, *knock free*, hemat bahan bakar serta rendah emisi dibandingkan bahan bakar sebelumnya yaitu premium (pertamina).

PT. Pertamina menjelaskan bahwa pertamax memiliki beberapa keunggulan yaitu:

- a. Base Fuel Pertamax dan Pertamax Plus Tanpa Timbal (*Unleaded Gasoline*).
- b. Ditambahkan aditif detergensi generasi terakhir.

- c. Perubahan angka oktan disesuaikan dengan kebutuhan pasar dan tuntutan teknologi permesinan.

**Tabel 4. Spesifikasi Bahan Bakar Pertamax**

No	Karateristik	Satuan	Batasan		Metode uji
			Min	Maks	ASTM
1	Angka Oktana Riset	RON	92.0	-	D 2699
2	Stabilitas Oksidasi	Menit	480	-	D 525
3	Kandungan Sulfur	% m/m	-	0,05 <sup>1)</sup>	D 2622/ D 4294
4	Kandungan Timbal	gr/l	-	0,013 <sup>2)</sup>	D 3237
5	Kandungan Phospor	mg/l	-	-	D 3231
6	Kandungan Logam (Mn, Fe, dll)	mg/l	-	-	D 3831
7	Kandungan Silikon	mg/kg	-	-	IICP-AES (Merujuk Metode in house dengan batasan deteksi = 1 mg/kg)
8	Kandungan Oksigen	% m/m	-	2.7 <sup>3)</sup>	D 4815
9	Kandungan Olefin	% v/v	-	20 <sup>4)</sup>	D 1319
10	Kandungan Aromatik	% v/v	-	50.0	D 1319
11	Kandungan Benzena	% v/v	-	5.0	D 4420
12	Distilasi :				D 86 – 99a
	10% vol. penguapan	°C	-	70	
	50% vol. penguapan	°C	77	110	
	90% vol. penguapan	°C	130	180	
	Titik didih akhir	°C	-	215	
	Residu	% v/v	-	2.0	
13	Sedimen	mg/l		1	D 5452
14	<i>Uswashed Gum</i>	mg/100 ml		70	D 381
15	<i>Washed Gum</i>	mg/100 ml	-	5	D 381
16	Tekanan Uap	kPa	45	60	D 5191/ D 323
17	Berat Jenis Pada Suhu 15 °C	kg/m <sup>3</sup>	715	770	D 4052/ D 1298
18	Korosi Bilah Tembaga	Menit	Kelas I		D 130
19	Uji Doctor		Negatif		
20	Belerang Mercaptan	% massa	-	0.002	D 3227

No	Karateristik	Satuan	Batasan		Metode uji
			Min	Maks	ASTM
21	Penampilan Visual		Jernih dan terang		
22	Warna		Biru		
23	Kandungan Pewarna	g/100 l	0.13		

Sumber: (Pertamina)

## 2. Proses Pembakaran

Menurut Ralph J. Fessenden (1982:103) “Pembakaran adalah suatu reaksi cepat suatu senyawa dengan oksigen, pembakaran disertai dengan pembebasan kalor (panas) dan cahaya”. Menurut Turns (2000:6) “Definisi dari pembakaran sebagai oksidasi cepat menghasilkan panas dan cahaya, dan juga oksidasi lambat disertai dengan relatif sedikit panas dan tidak ada cahaya”. Berdasarkan pendapat Heywood (1988:372) “Pembakaran terbagi menjadi empat tahap yang berbeda yaitu pemicu pengapian, pengembangan awal api, perambatan api, pemutusan api”.

Menurut Gupta (2009:158) “Pembakaran dalam silinder terjadi ketika campuran udara dan bahan bakar yang dinyalakan oleh percikan bunga api dan ditandai dengan cepatnya rambatan bunga api yang mulai dari titik pengapian dan menyebar keseluruh ruangan pembakaran”. Sedangkan menurut Mathur & Sharma (1980:138) “pembakaran didefinisikan sebagai kombinasi kimia yang relatif cepat antara hidrogen dan karbon pada bahan bakar dengan oksigen di udara yang menghasilkan pembebasan energi panas”.

Berdasarkan Pendapat para ahli diatas dapat disimpulkan bahwa pembakaran adalah sebuah proses oksidasi cepat yang menghasilkan panas

dan cahaya yang diikuti oleh oksidasi lambat dengan sedikit panas dan cahaya. Proses tersebut terjadi didalam silinder ketika campuran bahan bakar dan udara yang dinyalakan oleh percikan bunga api yang berasal dari busi. Bunga api akan merambat keseluruh ruang bakar dan membakar seluruh campuran udara dan bahan bakar.

a. Pembakaran Sempurna

Menurut Ralp J. Fessenden (1982:103) “Pembakaran sempurna ialah pengubahan suatu senyawa menjadi karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan hidrogen oksida ( $\text{H}_2\text{O}$ ), jika persediaan oksigen tidak cukup terjadilah pembakaran yang tidak sempurna”. Gupta (2009: 159) menyatakan “Pembakaran disebut normal ketika penyebaran nyala api berlanjut keujung dari ruang pembakaran tanpa ada perubahan secara mendadak atau secara teratur dalam bentuk dan kecepatannya”. Heywood (1988: 375) juga menyatakan “Pembakaran normal dimana percikan bunga api dari busi yang menyalakan api dan bergerak terus keruangan pembakaran sampai semua terbakar dengan sempurna”.

Berdasarkan beberapa pendapat para ahli diatas dapat disimpulkan bahwa pembakaran sempurna dapat terjadi apabila percikan bunga api dapat membakar habis campuran bahan bakar dan udara didalam silinder secara merata.

b. Pembakaran Tidak Sempurna

Wardan (1989:257) “Pembakaran tidak sempurna adalah pembakaran yang terjadi di dalam silinder dimana nyala api dari

pembakaran ini tidak menyebar dengan teratur dan merata sehingga menimbulkan masalah atau bahkan kerusakan pada bagian-bagian dari motor akibat dari pembakaran yang tidak sempurna ini”. Menurut Mathur (1980:154) dalam Bagus Irawan (2004), Mengatakan “Pembakaran tidak sempurna terjadi akibat terbakarnya bahan bakar dengan sendiri yang tidak terkontrol dan terdengar suara pukulan-pukulan yang pelan ataupun terdengar keras”.

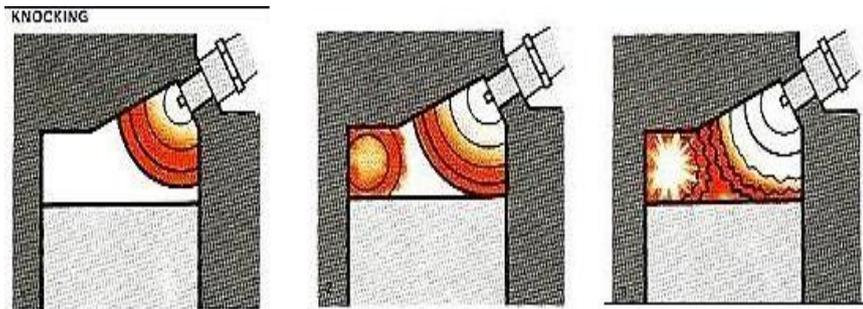
Berdasarkan pada pendapat di atas dapat disimpulkan bahwa pembakaran tidak sempurna adalah pembakaran yang terjadi akibat terbakarnya bahan bakar dengan sendiri yang tidak terkontrol dan terdengar suara pukulan-pukulan yang pelan atau keras dimana nyala api dari pembakaran ini tidak menyebar dan merata sehingga menimbulkan masalah atau kerusakan pada bagian-bagian dari motor akibat dari pembakaran yang tidak sempurna.

#### 1) Detonasi/*Knocking* ketukan/*noise*

Turns (2000:598) “Detonasi adalah gelombang kejut yang dihasilkan dari energi yang dilepaskan dari proses pembakaran. James (2012:86) “Knocking atau engine knock, spark knock atau ping adalah suara ketukan pada mesin yang disebabkan karena pembakaran tidak normal di dalam silinder” Sedangkan menurut Bonnick (2008: 185) mengatakan bahwa: “Detonasi ditandai dengan bunyi ketukan dan kehilangan performa mesin. Ketukan itu muncul setelah percikan bunga api dari busi terjadi dan hal itu disebabkan

oleh daerah tekanan tinggi yang muncul ketika api menyebar seluruh muatan dalam silinder secara tidak merata. Api menyebar ke daerah tekanan tinggi dan temperatur yang menyebabkan unsur membakar lebih cepat daripada ledakan muatan utama. Detonasi dipengaruhi oleh faktor desain mesin seperti turbulensi, panas aliran, dan bentuk ruang pembakaran. Detonasi dapat menyebabkan peningkatan emisi CO, Nox dan HC”.

Berdasarkan pendapat para ahli maka dapat disimpulkan bahwa detonasi adalah gelombang kejut/suara ketukan pada mesin yang dihasilkan dari proses pembakaran yang ditandai dengan hilangnya tenaga mesin dan adanya bunyi ketukan. Ketukan ini terjadi setelah percikan bunga api dari busi yang disebabkan oleh tingginya temperatur sehingga sebaran api tidak merata. Detonasi terjadi disebabkan oleh desain mesin seperti turbulensi, aliran panas dan bentuk ruang bakar. Detonasi merupakan fenomena yang sulit dijelaskan dan hanya bisa diamati tingkat keadaan akhirnya secara eksperimental. Meskipun teori detonasi sebagai penyebab knocking tidak begitu diterima dan teori autoignition lebih bisa diterima secara luas, detonasi masih menjadi gejala yang terus diteliti karena menimbulkan gelombang supersonik yang mempunyai potensi merusak.



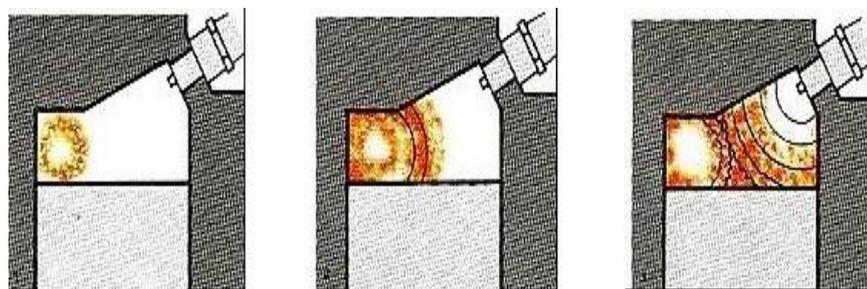
Gambar 1. Detonasi

Sumber: [www.autospeed.com](http://www.autospeed.com)

## 2) Pre ignition

Gupta (2009:173) “Pre ignition adalah penyalan campuran bahan bakar dan udara disebabkan oleh permukaan panas didalam ruang pembakaran sebelum terjadinya pengapian normal”. Bonnick (2008:185-186) “Pre ignition ditandai dengan suara lengkingan yang tinggi, yang dikeluarkan saat pembakaran terjadi sebelum percikan dari busi, disebabkan oleh daerah suhu tinggi”.

Berdasarkan pendapat para ahli di atas dapat disimpulkan bahwa pre ignition adalah pembakaran campuran bahan bakar dan udara yang terjadi akibat suhu tinggi. Hal ini disebabkan dengan adanya permukaan panas diruang bakar sebelum adanya percikan bunga api yang berasal dari busi.



Gambar 2. Pre Ignition

Sumber: [www.autospeed.com](http://www.autospeed.com)

### 3. Emisi Gas Buang Kendaraan

Emisi gas buang kendaraan adalah sisa dari hasil pembakaran campuran bahan bakar dan udara yang dibakar didalam ruang bakar pada kendaraan bermotor. Menurut Wardan (1989: 345) menyatakan bahwa “Emisi gas buang adalah merupakan polutan yang mengotori udara yang dihasilkan dari gas buang kendaraan, adapun emisi tersebut adalah hidrokarbon (HC), karbon monoksida (CO), nitrogen oksida (NO<sub>x</sub>).”

Menurut Chambers & Masters dalam Mukono (2003:6) “pencemaran udara adalah bertambahnya bahan atau substrat fisik atau kimia kedalam lingkungan udara normal yang mencapai sejumlah tertentu sehingga dapat dideteksi manusia (atau yang dapat dihitung dan diukur) serta dapat memberikan efek pada manusia, binatang, vegetasi, dan material”. Sedangkan menurut Haryono (1996:38) “pencemaran udara umumnya diartikan sebagai udara yang mengandung satu atau lebih bahan kimia dalam konsentrasi yang cukup tinggi untuk dapat menyebabkan gangguan atau bahaya terhadap manusia, binatang, tumbu-tumbuhan dan harta benda.

Penyebab pencemaran udara terjadi dari akibat kegiatan manusia. Dengan perkembangan teknologi, justru telah membuat pengaruh yang buruk terhadap alam dan lingkungan serta kehidupan manusia pemakai teknologi itu sendiri. Mostardi dalam mukono (2003:7) mengatakan “penyebab pencemaran di atmosfer biasanya berasal dari sumber kendaraan bermotor dan industri. Bahan pencemar yang dikeluarkan antara

lain adalah  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ , HC dan CO yang dapat dihasilkan oleh proses pembakaran oleh mesin yang menggunakan bahan bakar yang berasal dari bahan fosil”. Sebagian besar polusi udara (70%) disebabkan oleh kegiatan transportasi (Zainal & Sukoco, 2009:31).

Gas buang yang dihasilkan kendaraan dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu gas yang beracun dan gas yang tidak beracun. Menurut Zainal & Sukoco (2009:34) “gas buang umumnya terdiri dari Gas yang tidak beracun meliputi  $\text{N}_2$  (Nitrogen),  $\text{CO}_2$  (Karbon dioksida) dan  $\text{H}_2\text{O}$  (Uap Air) sebagian kecil merupakan gas beracun seperti Karbon Monoksida (CO), Hidro Karbon (HC), Nitrogen Oksida ( $\text{NO}_x$ )”. Walaupun gas  $\text{CO}_2$  digolongkan sebagai emisi gas buang kendaraan yang tidak beracun tetapi dapat memicu terjadinya pemanasan global (global warming). Zainal & Sukoco (2009:37) mengatakan “bermacam-macam gas buang yang dipersoalkan karena beracun adalah  $\text{NO}_x$ , HC, CO”. Hal mengenai sifat, sumber penyebab, dan pengaruh buruknya yaitu:

**a. CO (*Carbon Monoksida*)**

Tidak bewarna dan tidak beraroma, tidak mudah larut dalam air. Di dalam udara bila diberikan api akan terbakar dengan mengeluarkan asap biru dan menjadi  $\text{CO}_2$  (*carbon diooksida*). Berasal dari kendaraan bermotor 93%, power generator 7%, terutama tempat sumbernya adalah pada kendaraan disaat *idling*.

Akibat yang ditimbulkan diantaranya adalah akan bercampur dengan hemoglobin yang terdapat dalam darah yang menjadi karbon

oxida hemoglobin (CO Hb). Dengan bertambahnya COHb, fungsi pengalihan oksigen dalam darah akan terhalang. Di dalam darah bila terdapat COHb 5% (dalam udara CO 40 ppm) akan menimbulkan keracunan darah.

**Tabel 5. Pengaruh gas CO pada Hemoglobin (HB) di dalam darah terhadap kesehatan manusia**

Konsentrasi COHB dalam darah (%)	Pengaruhnya terhadap kesehatan
< 1.0	Tidak ada pengaruh
1.0 – 2.0	Penampilan/sikap tidak normal
2.0 – 5.0	Pengaruhnya terhadap sistem syaraf sentral, penglihatan kabur
≥ 5.0	Perubahan fungsi jantung dan pulmonari
10.0 – 80.0	Kepala pusing, mual, berkunang-kunang

Sumber : srikandi (1992)

Karbon Monoksida (CO) yang terdapat di alan ini terbentuk dari proses dibawah ini :

- 1) Pembakaran yang tidak lengkap terhadap karbon atau komponen yang mengandung karbon.
- 2) Reaksi antar karbon dioksida dan komponen yang mengandung karbon pada suhu tinggi.
- 3) Pada suhu tinggi, karbon dioksida terurai menjadi karbon monoksida dan oksidasi.

Sedangkan menurut Wardan Suyanto (1998:345) bahwa:

*“Karbon Monoksida (CO) terciptadari bahan bakar yang terbakar sebagian akibat pembakaran yang tidak sempurna ataupun campuran bahan bakar dan udara yang terlalu kaya/gemuk (kekurangan oksigen)”. Unsur Carbon di*

dalam bahan bakar dalam suatu proses sebagai berikut:  
 $2C+O_2 \longrightarrow 2CO$ . CO yang di keluarkan dari sisa hasil pembakaran banyak dipengaruhi oleh perbandingan campuran bahan bakar dan udara yang dihisap oleh mesin”.

Dari keseluruhan emisi yang dihasilkan oleh kendaraan berbahan bakar bensin tersebut, CO merupakan salah satu emisi yang memiliki presentase cukup besar. Selain itu, gas CO juga memiliki efek yang paling berbahaya bila dibandingkan dengan emisi gas yang lain. Karbon Monoksida (CO) adalah suatu komponen yang tidak berwarna, tidak berbau dan tidak mempunyai rasa yang terdapat dalam bentuk gas pada suhu di atas-192<sup>0</sup> C. Komponen ini mempunyai berat sebesar 96.5% dari berat air dan tidak larut dalam air. CO yang terdapat di alam terbentuk dari salah satu proses sebagai berikut:

1. Pembakaran yang tidak lengkap terhadap karbon atau komponen yang mengandung karbon.
2. Reaksi antara karbon dioksida dan komponen yang mengandung karbon pada suhu tinggi.
3. Pada suhu tinggi, karbon dioksida terurai menjadi karbon monoksida dan Oksidasi (Srikandi 1992 : 94).

#### **b. HC (*Hydro Carbon*)**

Menurut Wisnu (2004:51) menyatakan “Hidrokarbon (HC) adalah pencemar udara yang dapat berupa gas, cairan atau padatan”. HC Merupakan ikatan kimia dari karbon (C) dan hidrogen (H). Bentuk kimianya dibagi menjadi *Parafine, Nafthaline, Olefine* dan aromaik N<sub>2</sub>O karena tidak, tiak menjadi persoalan. wisnu (2004:54) menyatakan

“Hidrokarbon terbentuk dari campuran bahan bakar yang tidak tercampur rata pada saat pembakaran, sehingga tidak bereaksi dengan oksigen, maka hidrokarbon ini akan ikut keluar dengan gas buangan hasil pembakaran dan menjadi bahan pencemar udara”.

Dampak pencemaran Hidrokarbon (HC) terhadap kesehatan ini di nyatakan oleh Wisnu (2004: 125) bahwa:

“Sebenarnya HC dalam jumlah sedikit tidak begitu membahayakan kesehatan manusia, walaupun HC juga bersifat toksik. Namun kalau HC berada di udara dalam jumlah banyak dan tercampur dengan bahan pencemar lain maka sifat toksinnya akan meningkat. Sifat toksin HC akan lebih tinggi kalau berupa bahan pencemar gas, cairan dan padatan. Hal ini karena padatan HC (partikel) dan HC cairan akan membentuk ikatan-ikatan baru dengan bahan pencemar lainnya. Ikatan baru ini disebut sebagai Polycyclic Aromatic Hydrocarbon yang disingkat PAH. Pada umumnya PAH merasang terbentuknya sel-sel kanker apabila terhisap masuk ke paru-paru”.

### c. $\text{NO}_x$ (*Nitro Oxida*)

Menurut Srikandi (1992: 104) menyatakan, “Nitrogen oksida ( $\text{NO}_x$ ) adalah kelompok gas yang terdapat di atmosfer yang terdiri dari gas Nitrik oksida (NO) dan Nitrogen oksida ( $\text{NO}_2$ ). Nitrik oksida merupakan gas yang tidak berwarna dan tidak berbau, sebaliknya Nitrogen oksida mempunyai warna kemerahan dan berbau tajam”.

Terutama terbentuk NO,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}_x$ . Gas yang tidak berbau tidak berwarna, sukar larut dalam air, di dalam udara karena gesekan akan menjadi  $\text{NO}_2$ .  $\text{NO}_2$  adalah zat gas yang berwarna agak kemerahan dan sedikit berbau, mudah larut dalam air dan bereaksi dengan air menjadi asam nitrit atau nitrat. Sumber timbulnya adalah gas buang dari

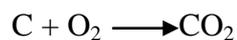
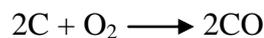
kendaraan gas yang timbul dari pabrik kimia, serta gas las bakar yang timbul dari bermacam-macam alat-alat pembakaran.

Sumber penyebab dari kendaraan bermotor 39%, pabrik, generator dan penyulingan 61%. Akibat yang ditimbulkan akan membuat sakit (merangsang) hidung dan tenggorokan. Konsentrasi 3-5 Sifat beracunnya akan menimbulkan sukar tidur, batuk-batuk. Dari keseluruhan emisi yang dihasilkan oleh kendaraan berbahan bakar bensin tersebut, CO dan HC merupakan salah satu emisi yang memiliki presentase cukup besar. Selain itu, gas CO dan HC juga memiliki efek yang paling berbahaya bila dibandingkan dengan emisi gas yang lain. Oleh karena itu, gas CO dan HC mendapat perhatian yang khusus dalam penelitian ini

Karbon Monoksida (CO) adalah suatu komponen yang tidak berwarna, tidak berbau dan tidak mempunyai rasa yang terdapat dalam bentuk gas pada suhu di atas-192<sup>0</sup> C. Komponen ini mempunyai berat sebesar 96.5% dari berat air dan tidak larut dalam air. CO yang terdapat di alam terbentuk dari salah satu proses sebagai berikut:

1. Pembakaran yang tidak lengkap terhadap karbon atau komponen yang mengandung karbon.
2. Reaksi antara karbon dioksida dan komponen yang mengandung karbon pada suhu tinggi.
3. Pada suhu tinggi, karbon dioksida terurai menjadi karbon monoksida dan Oksidasi (Srikandi 1992:94).

Secara sederhana pembakaran karbon dalam minyak bakar terjadi melalui beberapa tahap sebagai berikut (Srikandi, 1992:95):



Reaksi pertama gas CO dihasilkan dari proses pembakaran yang tidak sempurna akibat kurangnya campuran udara. Pada reaksi kedua dengan campuran udara yang mencukupi maka akan terjadi pembakaran yang sempurna dan akan menghasilkan gas CO<sub>2</sub>. Gas CO terbentuk karena kurangnya udara dalam proses pembakaran. Sehingga dapat dikatakan bahwa semakin rendah perbandingan antara udara dengan bahan bakar, maka semakin tinggi jumlah CO yang dihasilkan.

#### **4. Pengaruh Putaran Mesin Terhadap Emisi Gas Buang**

Menurut Marlok (1992) dalam Donny Fernandez (2009:81), mengatakan bahwa:

“Semakin tinggi kecepatan kendaraan yang digunakan pada suatu kendaraan bermotor, maka jumlah HC dan CO yang dikeluarkan semakin kecil. Hal ini berbanding terbalik dengan NO<sub>2</sub> dimana semakin tinggi kecepatan kendaraan yang digunakan pada suatu kendaraan bermotor maka jumlah NO<sub>2</sub> yang dikeluarkan semakin besar”.

Menurut Donny Fernandez (2009:81) mengatakan bahwa “Kecepatan laju kendaraan bermotor berbanding lurus dengan tinggi rendahnya putaran mesin. Putaran mesin yang bervariasi secara langsung mempengaruhi besarnya emisi gas buang yang dikeluarkan kendaraan bermotor”.

Berdasarkan defenisi di atas, maka dapat disimpulkan bahwa putaran mesin kendaraan bermotor dapat mempengaruhi tingkat emisi gas buang yang dikeluarkan kendaraan tersebut. Yaitu dengan semakin tinggi kecepatan laju kendaraan bermotor, maka emisi gas buang yang dikeluarkan juga semakin besar.

## **5. Hubungan Bahan Bakar dengan Emisi Gas Buang**

### **a. Pencemaran Udara**

Pencemaran udara menurut Akhmad (2000) dalam Heri Purnomo (2013), “Pencemaran udara diartikan sebagai adanya bahan-bahan atau zat-zat asing di dalam udara yang menyebabkan perubahan susunan atau komposisi udara dari keadaan normalnya”. Pencemaran udara disebabkan oleh berbagai macam zat kimia, baik berdampak langsung maupun tidak langsung yang semakin lama akan semakin mengganggu kehidupan manusia, hewan dan tumbuhan. Kualitas udara sangat dipengaruhi oleh besar dan jenis sumber pencemar yang ada seperti dari kegiatan industri, kegiatan transportasi dan lain-lain. Masing-masing sumber pencemar yang berbeda-beda baik jumlah, jenis, dan pengaruhnya bagi kehidupan”.

Menurut Setyowidagdo (2000) yang dikutip oleh Heri Purnomo (2013) “dari beberapa penelitian yang telah dilakukan ternyata 70% dari total emisi yang dibuang ke udara berasal dari gas buang kendaraan bermotor”. Pencemaran udara yang melampaui batas kewajaran akan menimbulkan dampak terhadap makhluk hidup yang hidup di atas bumi ini. Seiring dengan itu pula beberapa alternatif sudah diterapkan salah

satunya adalah dengan menambahkan komponen-komponen pada mesin dan saluran buang kendaraan yang menggunakan bahan bakar fosil dengan tujuan mampu menekan angka emisi gas buang karbon monoksida (CO) dan gas-gas beracun lainnya seperti nitrogen oksida (Nox) dan hidrokarbon (HC) yang merupakan bahan logam timah yang ditambahkan ke dalam bensin berkualitas rendah untuk menambah nilai oktan.

Menurut Wisnu (2004:31) “Udara di daerah perkotaan yang banyak mempunyai kegiatan industri dan teknologi serta lalu lintas yang padat, udaranya relatif tidak bersih lagi”. Dikutip dari Wisnu (2004:31) mengatakan “Komponen pencemar udara tersebut di atas bisa mencemari udara secara sendiri-sendiri, atau dapat pula mencemari udara secara bersama-sama, jumlah komponen pencemar udara tergantung pada sumbernya”.

Berdasarkan pada pendapat para ahli di atas, dapat disimpulkan bahwa pencemaran udara merupakan adanya bahan-bahan atau zat-zat asing di dalam udara yang menyebabkan perubahan susunan atau komposisi udara dari keadaan normalnya. Udara di daerah perkotaan yang banyak mempunyai kegiatan industri dan teknologi serta lalu lintas yang padat, udaranya relatif tidak bersih lagi. 70% dari total emisi yang dibuang ke udara berasal dari gas buang kendaraan bermotor. Untuk mengurangi tingkat emisi tersebut dapat dilakukan dengan cara pemasangan *Catalytic Converter* pada saluran buang kendaraan bermotor yang bertujuan untuk mengurangi gas emisi bahan bakar menjadi gas yang ramah lingkungan.

Dari beberapa macam komponen pencemar udara, maka yang paling banyak berpengaruh dalam pencemaran udara adalah komponen-komponen berikut ini :

- a. Karbon Monoksida (CO)
- b. Nitrogen Oksida (NO<sub>x</sub>)
- c. Hidrokarbon (HC)
- d. Sulfur Oksida (SO<sub>x</sub>)
- e. Partikel

Sebab-sebab timbulnya CO, HC dan NO<sub>x</sub> :

1) Karbon Monoksida (CO)

Bila *Carbon* di dalam bahan bakar habis dengan sempurna maka terjadilah reaksi sebagai berikut:  $C + O_2 \rightarrow CO_2$  Dalam proses ini yang terjadi adalah karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Apabila unsur-unsur *Oxygen* (udara) tidak cukup akan terjadi proses pembakaran tidak sempurna sehingga *Carbon* di dalam bahan bakar terbakar dalam suatu proses sebagai berikut:  $C + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow CO$

Pada dasarnya gas karbon monoksida (CO) dikeluarkan oleh mesin kendaraan banyak dipengaruhi oleh perbandingan campuran dari jumlah *Supply* (asupan) antara udara dengan bahan bakar yang masuk ke dalam mesin untuk proses pembakaran. Jadi untuk mengurangi karbon monoksida (CO), perbandingan campuran ini harus kuno, tetapi akibatnya hidrokarbon (HC) dan nitrogen oksida

(NO<sub>x</sub>) lebih mudah timbul, serta performa mesin juga akan berkurang.

## 2) Hidrokarbon (HC)

Dari gas buang Hidrokarbon (HC) dibagi 2 yaitu:

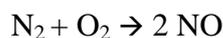
- a) Bahan bakar yang tidak terbakar dan keluar menjadi gas mentah.
- b) Bahan bakar terpecah karena reaksi panas berubah menjadi gugusan Hidrokarbon (HC) yang lain, yang keluar bersama gas buang.

Sebab-sebab utama timbulnya gas Hidrokarbon (HC):

- a) Sekitar dinding - dinding ruang bakar yang temperaturnya rendah dimana temperatur itu tidak mampu melakukan pembakaran.
- b) Missing (missfire)
- c) Adanya *over lap intake valve* (kedua *valve* sama-sama terbuka), jadi merupakan gas pembilas/pembersih.

## 3) Nitrogen Dioksida (NO<sub>x</sub>)

Bila terdapat unsur-unsur N<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub> pada temperatur 1800 – 2000<sup>0</sup>C akan terjadi reaksi pembentukan gas NO seperti dibawah ini:



Gas NO ini bila dalam udara mudah berubah menjadi NO<sub>2</sub>, dalam ruang pembakaran pada mesin karena temperatur pembakaran akan melebihi 2000 °C, maka gas NO akan terbentuk. NO<sub>x</sub> di dalam gas buang terdiri dari 95% NO, 3-4% NO<sub>2</sub> dan sisanya N<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan sebagainya.

## **B. Penelitian Relevan**

Penelitian yang relevan diambil untuk memperkuat teori-teori yang telah dikemukakan pada kajian teori dengan tidak menyamakan seluruh isi yang terkandung pada penelitian tersebut. Pada penelitian yang terdahulu, salah satu variabel penelitian yang digunakan biasanya adalah penggunaan bahan bakar alternatif atau penggunaan teknologi modifikasi, selain itu sebagian besar yang dijadikan indikator adalah gas yang terkandung dalam emisi dan tingkat konsumsi bahan bakar, sedangkan untuk penelitian yang membahas pengaruh pemakaian jenis bahan bakar pada sepeda motor belum ada. Sehingga perlu adanya penelitian yang lebih objektif dan lebih mendalam.

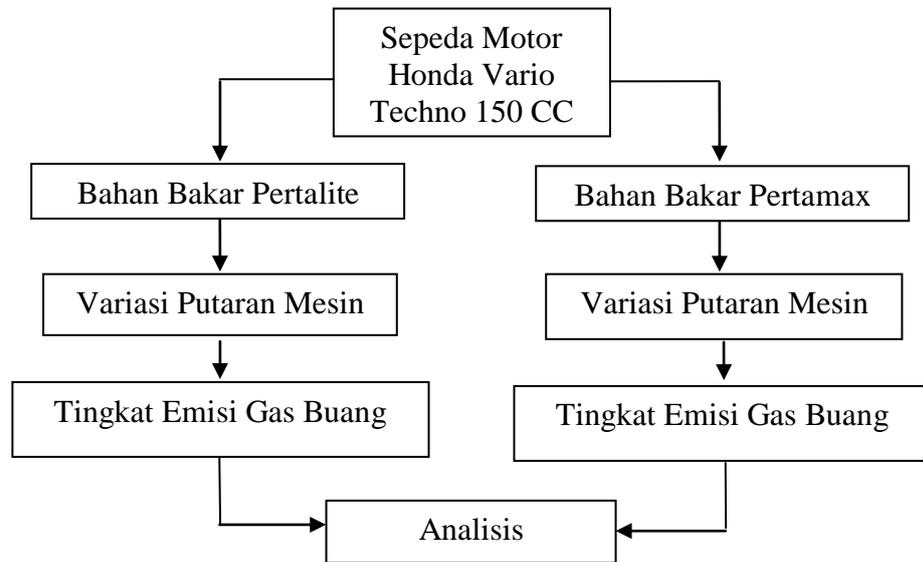
Adapun penelitian yang relevan dengan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Marsuki Kabib (2009) dengan jurnal penelitiannya yang berjudul “Pengaruh Pemakaian Campuran Premium Dengan Champhor Terhadap Performasi Dan Emisi Gas Buang Mesin Bensin Toyota Kijang Seri 4K”. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa putaran makin naik maka kadar gas CO makin turun tetapi tidak terpengaruh campuran champhor dan premium, sedangkan hidrokarbon yang tidak terbakar (HC) cenderung turun seiring kenaikan putaran mesin.
2. Zeil Saputra (2009) dengan sripsi berjudul Analisis Perbedaan Konsumsi Bahan Bakar dan Kandungan Emisi Gas Buang Carbon Monoksida (CO) Antara Bahan Bakar Bensin Premium dan Gasohol Pada Sepeda Motor

Empat Langkah. Hasil penelitiannya adalah terdapat perbedaan yang signifikan pada pengujian emisi gas buang karbon monoksida (CO) dan konsumsi bahan bakar dengan menggunakan gasohol BE8 dan BE10 lebih rendah dari pada penggunaan bensin premium.

### C. Kerangka Berpikir

Kendaraan bermotor merupakan salah satu sumber pencemar udara di banyak kota besar di dunia, tidak terkecuali di Indonesia. Proses pembakaran yang tidak sempurna pada motor bensin akan menghasilkan berbagai polutan yang berbahaya bagi kesehatan manusia, salah satu polutan tersebut adalah gas karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon (HC). Pada penelitian ini kerangka pikir berfungsi untuk memberi gambaran secara lebih jelas mengenai pengaruh pemakaian jenis bahan bakar terhadap emisi gas buang karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon (HC) pada sepeda motor. Penelitian akan dilakukan dengan memberikan beberapa perlakuan yang berbeda pada sepeda motor. Perlakuan yang diberikan berupa perbedaan pemakaian jenis bahan bakar yaitu pertalite dan pertamax pada sepeda motor pada putaran mesin rendah atau *idle*, menengah, torsi dan power, sehingga terdapat variasi tingkat emisi gas buang karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon (HC) yang dihasilkan. Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat pada kerangka pikir di bawah ini



Gambar 3. Kerangka Berpikir

#### D. Hipotesis

Adapun hipotesis pada penelitian ini adalah terdapat pengaruh penggunaan bahan bakar pertamax dan pertalite terhadap emisi gas pada sepeda motor Honda Vario Techno 150 CC.

## BAB V

### PENUTUP

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan tujuan penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan maka, dapat disimpulkan hasil penelitian sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada sepeda motor vario techno 150 cc menggunakan bahan bakar pertamax dan pertalite terhadap emisi gas buang, pada putaran mesin 1700 rpm hasilnya signifikan terhadap CO dan HC dengan nilai  $t_{hitung}$  yang lebih besar dari  $t_{tabel}$ , dan tidak signifikan terhadap CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, dan  $\lambda$  dengan  $t_{hitung}$  yang lebih kecil dari  $t_{tabel}$ . Harga  $t_{tabel}$  yang digunakan adalah pada taraf signifikan 5%.
2. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada sepeda motor vario techno 150 cc menggunakan bahan bakar pertamax dan pertalite terhadap emisi gas buang, pada putaran mesin 2500 rpm hasilnya signifikan terhadap HC dengan nilai  $t_{hitung}$  yang lebih besar dari  $t_{tabel}$ , dan tidak signifikan terhadap CO, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, dan  $\lambda$  dengan  $t_{hitung}$  yang lebih kecil dari  $t_{tabel}$ . Harga  $t_{tabel}$  yang digunakan adalah pada taraf signifikan 5%.
3. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada sepeda motor vario techno 150 cc menggunakan bahan bakar pertamax dan pertalite terhadap emisi gas buang putaran mesin 1700 rpm menghasilkan CO dengan persentase penurunan sebesar 88,46%, HC dengan persentase

penurunan sebesar 78,29 %, CO<sub>2</sub> dengan persentase peningkatan sebesar 4,65%, O<sub>2</sub> sebesar 0% dan  $\lambda$  dengan persentase peningkatan sebesar 2,02%. Pada putaran mesin 2500 rpm menghasilkan CO dengan persentase penurunan sebesar 25%, HC dengan persentase penurunan sebesar 69,25%, CO<sub>2</sub> dengan persentase peningkatan sebesar 1,80%, O<sub>2</sub> dengan persentase peningkatan sebesar 6,89% dan  $\lambda$  sebesar 0%.

## **B. Saran**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan menyarankan hal-hal sebagai berikut:

1. Bagi sepeda motor yang memiliki kompresi diatas 9,1 dapat disarankan kepada penggunanya untuk tidak menggunakan bahan bakar pertalite, karena dapat meningkatkan kadar emisi gas buang sepeda motor tersebut.
2. Diharapkan peneliti selanjutnya melakukan penelitian pengaruh penggunaan bahan bakar pertamax dan pertalite terhadap daya dan torsi.
3. Bagi peneliti selanjutnya, disarankan untuk melakukan penelitian menggunakan bahan bakar pertamax plus yang lebih memungkinkan untuk menurunkan kadar emisi gas buang.

## DAFTAR PUSTAKA

- Allan, Bonnick. (2008). *Automotive Science and Mathematics*. Burlington: Elsevier
- Daryanto. (2003). *Dasar-dasar Teknik Mobil*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Dwi Widjanarko & Aburrahman. (2008). *Buku Ajar Kelistrikan Engine (Sistem Pengapian dan Pengisian)*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Fardiaz, Srikandi. (1992). *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta: Kanisius.
- Fernandez, Donny. (2009). *Pengaruh Putaran Mesin Terhadap Emisi Gas Buang Hidrokarbon Dan Karbon Monoksida* : Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
- Heywood, Jhon B. 1988. *Internal Combustion Engine Fundamentals*. United States Of Amerika: McGraw-Hill.
- Kompas. 2014, “Pencemaran Lingkungan”. [www.kompas.com](http://www.kompas.com). Diakses 12 April 2016.
- Mukono. (1997). *Pencemaran Udara dan Pengaruhnya Terhadap Gangguan Saluran Pernapasan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Otomotif. 2014. “Populasi Kendaraan Bermotor”. <http://otomotif.kompas.com>. Diakses 16 April 2016.
- Pertamina. 2016. “Spesifikasi Bahan Bakar”. <http://www.pertamina.com>. Diakses 23 April 2016.
- PT.Pertamina (Perseo). Tanpa Tahun. *Produk Knowledge BBM*. PowerPoint: Kantor Pemasaran Padang, Jln Veteran No.60 Padang.
- Sinambela, Lijan Poltak. 2014. *Metodologi Penelitian Kuantitatif*. Yogyakarta :Graha Ilmu.
- Sugiyono. (2012). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&B*. Bandung: Alfabeta.
- Suharsimi Arikunto. (2000). *Manajemen Penelitian*. Jakarta: PT. Rineka Cipta
- Tim Penyusun UNP. (2011). *Buku Panduan Penulisan Tugas Akhir/Skripsi Universitas Negeri Padang*. Padang: Universitas Negeri Padang.
- Turns, Stephen R. (2000). *An Introduction To Combustion Concept and Applications*. Singapore: McGraw-Hill.
- Wahyu Hidayat ST. (2012). *Motor Bensin Modern*. Jakarta: PT. Asdi Mahasatya.