

**PENGARUH PENGGUNAAN HIDRO GENERATOR TERHADAP  
KONSUMSI BAHAN BAKAR DAN EMISI GAS BUANG CO DAN HC  
SEPEDA MOTOR SUPRA X**

**SKRIPSI**

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



**Oleh**

**ABDUL HAMID LUBIS**

**NIM. 16591**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK OTOMOTIF  
JURUSAN TEKNIK OTOMOTIF  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
2014**

**PERSETUJUAN SKRIPSI**

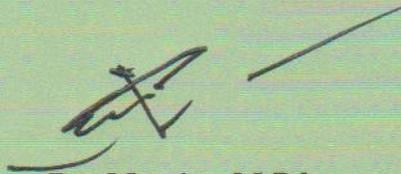
**PENGARUH PENGGUNAAN HIDRO GENERATOR TERHADAP  
KONSUMSI BAHAN BAKAR DAN EMISI GAS BUANG CO DAN HC  
SEPEDA MOTOR SUPRA X**

Nama : Abdul Hamid Lubis  
NIM/BP : 16591/2010  
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif  
Jurusan : Teknik Otomotif  
Fakultas : Teknik

Padang, 07 Mei 2014

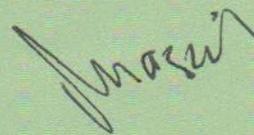
Disetujui Oleh

**Pembimbing I**



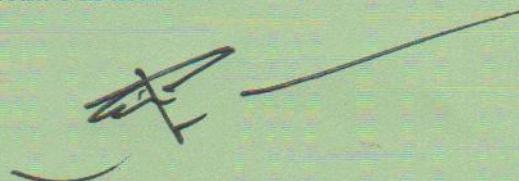
**Drs. Martias, M.Pd**  
NIP. 19640801 199203 1 003

**Pembimbing II**



**Drs. M. Nasir, M.Pd**  
NIP: 19590317 198010 1 001

**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** : Pengaruh Penggunaan Hidro Generator  
Terhadap Konsumsi Bahan Bakar dan Emisi Gas  
Buang CO dan HC Sepeda Motor Supra X

**Nama** : Abdul Hamid Lubis

**NIM/BP** : 16591/2010

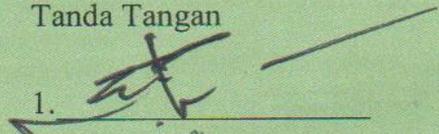
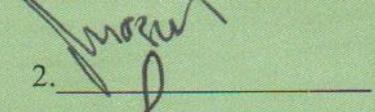
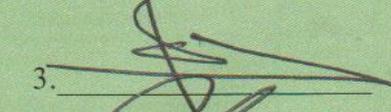
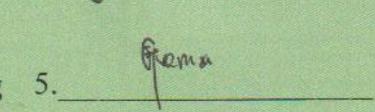
**Program Studi** : Pendidikan Teknik Otomotif

**Jurusan** : Teknik Otomotif

**Fakultas** : Teknik

Padang, 07 Mei 2014

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
1. Ketua	: Drs. Martias, M.Pd	1. 
2. Sekretaris	: Drs. M. Nasir, M.Pd	2. 
3. Anggota	: Drs. Darman, M.Pd	3. 
4. Anggota	: Drs. Daswarman, M.Pd	4. 
5. Anggota	: Irma Yulia Basri, S.Pd. M.Eng	5. 

## ABSTRAK

### **Abdul Hamid Lubis : Pengaruh Penggunaan Hirdo generator Terhadap Konsumsi Bahan Bakar dan Emisi Gas Buang CO dan HC Sepeda Motor Supra X**

Perkembangan Teknologi dibidang Otomotif yang semakin pesat, membawa dampak yang signifikan terhadap sektor transportasi, khususnya kendaraan bermotor salah satunya sepeda motor sebagai salah satu transportasi darat. Setelah penulis melihat di lapangan, kebanyakan sepeda motor yang dipakai oleh masyarakat masih menggunakan sistem bahan bakar tipe konvensional (karburator). Supra X merupakan sepeda motor yang masih menggunakan sistem bahan bakar konvensional. Kelemahan dari sistem bahan bakar ini yaitu sulit untuk memperoleh AFR (*air fuel ratio*) yang sesuai disetiap putaran mesin, sehingga kecendrungan dari pemakaian sistem bahan bakar ini adalah konsumsi bahan bakar boros dan emisi gas buang yang dihasilkan tinggi. Oleh sebab itu, diperlukan suatu perlakuan sehingga dari perlakuan tersebut dapat meningkatkan performa dari *engine*. Parameter performa suatu *engine* diantaranya yaitu emisi gas buang dan konsumsi bahan bakar yang dihasilkan. Salah satu cara untuk meningkatkan performa *engine* tersebut adalah dengan memasang hirdo generator pada sepeda motor. Hirdo generator adalah alat yang dapat menghasilkan gas hidrogen dan oksigen yang nantinya akan terbakar bersama dengan bahan bakar sehingga menyempurnakan proses pembakaran dan dapat menurunkan konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang yang berbahaya. Dari pemaparan tersebut maka dirumuskan masalah bagaimana pengaruh penggunaan hirdo generator terhadap jumlah konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang (CO, HC) pada sepeda motor Supra X? Hipotesis penelitian adalah terdapat pengaruh yang signifikan dari pemakaian Hirdo generator terhadap konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang CO dan HC pada sepeda motor Supra X.

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen. Pengujian dilakukan pada tanggal 11 April 2014, dengan menggunakan Sepeda motor Supra X, untuk pengujian konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang, dilakukan pada putaran 1400 RPM, 1800 RPM, 2200 RPM, dan 2600 RPM. Yang mana pengujian dimulai dari sepeda motor standar kemudian dilanjutkan ke sepeda motor yang dipasang hirdo generator.

Dari hasil penelitian menggunakan hirdo generator menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan yaitu pada konsumsi bahan bakar pada putaran 1400 RPM terjadi penurunan sebesar 0,0256 L/jam, putaran 2200 RPM terjadi penurunan sebesar 0.0183 L/jam, dan putaran 2600 RPM terjadi penurunan sebesar 0.0280 L/jam. Pada putaran 1800 RPM hanya terjadi penurunan sebesar 0.0054 L/jam sehingga tidak terlalu terjadi penurunan yang signifikan. Sedangkan pada emisi CO dan HC terjadi penurunan yang signifikan pada putaran 1400, 1800, dan 2600 RPM. Namun, pada putaran 2200 belum begitu menunjukkan penurunan yang signifikan karena hanya terjadi penurunan emisi gas buang CO sebesar 0.3733 % dan HC 63.6666 ppm.

## KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan sebuah karya ilmiah berbentuk skripsi yang berjudul **“Pengaruh Penggunaan Hidro Generator Terhadap Konsumsi Bahan Bakar dan Emisi Gas Buang CO dan HC Sepeda Motor Supra X”**

Penyusunan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Strata Satu (S1) di Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Didalam penulisan skripsi ini, penulis telah banyak menerima bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak terutama sekali penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada orang tua dan keluarga tercinta yang telah memberikan dukungan baik moral maupun material dan kasih sayang dengan tulus.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan dorongan dari berbagai pihak, tidak mungkin skripsi ini dapat terselesaikan. Maka pada kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada :

1. Bapak Drs. Martias, M.Pd selaku Ketua Jurusan Teknik Otomotif sekaligus sebagai Dosen Pembimbing I.
2. Bapak Drs.M. Nasir, M.Pd selaku Dosen Pembimbing II.
3. Ibu Irma Yulia Basri, S.Pd, M.Eng selaku Penasehat Akademik.

4. Bapak/Ibu Dosen Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik  
Universitas Negeri Padang.

5. Seluruh anggota keluarga dan rekan-rekan mahasiswa/i seperjuangan.

Semoga bantuan, bimbingan dan petunjuk yang Bapak/Ibu, Saudara/I berikan menjadi amal shaleh dan mendapatkan balasan yang berlipat ganda dari Allah SWT. Akhirnya penulis menyadari bahwa skripsi ini belum sempurna, oleh karena itu dengan segala kerendahan hati, penulis mengharapkan saran dan kritikan yang *konstruktif* dari semua pihak. Mudah-mudahan skripsi ini bermanfaat bagi pengelola pendidikan dimasa yang akan datang. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan taufik hidayah-Nya, Amin.

Padang, 07 Mei 2014

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK</b> .....	i
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	x
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang Masalah .....	1
B. Identifikasi Masalah .....	7
C. Pembatasan Masalah .....	8
D. Perumusan Masalah .....	8
E. Tujuan Penelitian .....	8
F. Asumsi Penelitian .....	9
G. Manfaat Penelitian .....	9
<b>BAB II KAJIAN TEORITIS</b>	
A. Emisi Gas Buang Kendaraan .....	10
1. Defenisi Emisi Gas Buang .....	10
2. Emisi Gas Buang Motor Bensin.....	11
3. Emisi Gas Buang Kendaraan yang Diteliti .....	13
4. Pengaruh Hidro Generator Terhadap Emisi.....	17

B. Konsumsi Bahan Bakar ( <i>Fuel Consumption</i> ) .....	19
1. Defenisi Konsumsi Bahan Bakar .....	19
2. Faktor yang Mempengaruhi Konsumsi Bahan Bakar .....	20
3. Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar .....	23
4. Pengaruh Hidro Generator Terhadap Konsumsi Bahan Bakar	23
C. Hidro Generator .....	26
1. Defenisi Hidro Generator .....	26
2. Prinsip Kerja Hidro Generator .....	28
3. Jumlah Produksi Gas HHO oleh Hidro Generator .....	31
4. Skema Pemasangan Hidro Generator pada Sepeda Motor	32
D. Penelitian yang Relevan .....	33
E. Kerangka Berfikir.....	34
F. Hipotesis.....	34

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

A. Desain penelitian .....	35
B. Defenisi Operasional Variabel Penelitian .....	36
C. Objek Penelitian .....	38
D. Jenis dan Sumber Data .....	39
E. Instrumen Penelitian.....	39
F. Prosedur Penelitian.....	40
G. Teknik Pengambilan Data .....	41
H. Teknik Analisa Data .....	43

## **BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

A. Hasil Penelitian .....	45
1. Data Hasil Pengujian.....	45
2. Nilai Konsumsi Bahan Bakar.....	46
3. Grafik Pengujian .....	47
B. Pembahasan.....	50
1. Analisis Konsumsi Bahan Bakar.....	50
2. Analisis Kandungan Emisi Gas Buang .....	53
C. Keterbatasan Penelitian.....	56

## **BAB V PENUTUP**

A. Kesimpulan .....	57
B. Saran.....	58

## **DAFTAR PUSTAKA**

## DAFTAR TABEL

1. Jumlah Kendaraan Bermotor di Indonesia.....	1
2. Jumlah Kendaraan Bermotor di Sumatera Barat.....	2
3. Perbandingan sistem bahan bakar karburator dengan EFI.....	3
4. Data Pencemaran Udara di Indonesia Tahun 2012.....	5
5. Baku mutu emisi gas buang kendaraan bermotor lama .....	13
6. Pola penelitian.....	35
7. Spesifikasi sepeda motor Supra X .....	38
8. Pengujian Konsumsi Bahan Bakar pada Sepeda Motor Standar .....	42
9. Pengujian Kandungan Emisi Gas Buang pada Sepeda Motor Standar .....	42
10. Pengujian Konsumsi Bahan Bakar pada Sepeda Motor yang Telah Dipasang Hidro Generator .....	42
11. Pengujian Kandungan Emisi Gas Buang pada Sepeda Motor yang .....	
telah dipasang Hidro Generator .....	42
12. Data Hasil Pengujian Konsumsi Bahan Bakar Pada Sepeda Motor Standar .....	45
13. Data Hasil Pengujian Konsumsi Bahan Bakar Pada Sepeda Motor Yang Dipasang Hidro Generator .....	45
14. Data Hasil Pengujian Kandungan Emisi Gas Buang pada Sepeda Motor Standar.....	46
15. Data Hasil Pengujian Kandungan Emisi Gas Buang Pada Sepeda Motor Yang Dipasang Hidro Generator.....	46

16. Data Hasil Pengujian Konsumsi Bahan Bakar Pada Sepeda Motor Standar .....	46
17. Data Hasil Pengujian Konsumsi Bahan Bakar Pada Sepeda Motor Standar Yang Dipasang Hidro Generator.....	47
18. Data Perbedaan Rata-rata Konsumsi Bahan Bakar.....	47
19. Hasil pengujian konsumsi bahan bakar menggunakan <i>uji t</i> .....	51
20. Analisa data Kandungan Emisi Gas Buang CO dengan menggunakan uji <i>t</i> .....	53
21. Analisa data Kandungan Emisi Gas Buang HC dengan menggunakan uji <i>t</i> .....	54

## DAFTAR GAMBAR

22. Grafik tingkat konsumsi bahan bakar dari tahun 1990-2010.....	4
23. Grafik hasil emisi gas buang pada motor bakar .....	12
24. Celah antara dinding silinder dengan piston .....	16
25. Grafik <i>Engine Speed</i> terhadap <i>bsfc</i> .....	20
26. Grafik <i>fuel equivalence ratio</i> terhadap <i>bsfc</i> .....	21
27. Grafik <i>bsfc</i> terhadap <i>power</i> , torsi dan <i>engine speed</i> .....	22
28. Grafik campuran bahan bakar dan udara .....	24
29. Energi pembakaran minimum hidrogen.....	25
30. Tabung Hidro Generator .....	26
31. Elektrolisa Air .....	31
32. Skema Pemasangan Hidro Generator.....	33
33. Grafik perbandingan konsumsi bahan bakar antara sepeda motor standar dan yang dipasang Hidro Generator.....	47
34. Grafik perbandingan kandungan emisi gas buang CO antara Sepeda Motor Standar dan Sepeda Motor Yang Dipasang Hidro Generator .....	49
35. Grafik perbandingan kandungan emisi gas buang HC antara sepeda motor standar dan yang dipasang hidro generator .....	50

## DAFTAR LAMPIRAN

36. Perhitungan Pemakaian Bahan Bakar (Vf) .....	59
37. Analisis Data Standar Deviasi.....	64
38. Analisa Penyelesaian Hasil <i>Uji t</i> .....	78
39. Tabel <i>Uji t</i> .....	90
40. Photo Penelitian .....	91
41. Surat Izin Penelitian .....	95
42. Lembaran Data Penelitian .....	96
43. Lembaran Bukti Selesai Penelitian .....	98
44. Lampiran Scan Pengukuran Emisi Gas Buang .....	99

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi dibidang otomotif yang semakin pesat, membawa dampak yang signifikan terhadap sektor transportasi, khususnya kendaraan bermotor sebagai salah satu transportasi darat. Jumlah kendaraan bermotor di Indonesia dari tahun-ketahun cenderung meningkat. Peningkatan jumlah kendaraan bermotor di Indonesia pada tahun 2011-2012 dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 1. Jumlah Kendaraan Bermotor di Indonesia

No	Jenis	Tahun		Jumlah
		2011	2012	
1	Mobil penumpang	9 548 866	10 432 259	19 981 125
2	Bus	2 254 406	2 273 821	4 528 227
3	Truk	4 958 738	5 286 061	10 244 799
4	Sepeda motor	68 839 341	76 381 183	145 220 524

*Sumber: www.bps.go.id*

Jumlah pemakaian kendaraan bermotor yang paling tinggi berdasarkan tabel di atas adalah sepeda motor. Hal ini dikarenakan sepeda motor merupakan alat transportasi yang mudah untuk digunakan. Selain itu, sepeda motor juga merupakan salah satu kendaraan yang terjangkau harganya bagi kalangan masyarakat yang perekonominya menengah ke bawah.

Sumatera Barat merupakan salah satu provinsi di Indonesia yang jumlah kendaraan bermotornya cenderung mengalami peningkatan dari tahun-ketahun. Berdasarkan data yang didapat melalui Badan Pusat Statistik Sumatera Barat pada tahun 2012, jumlah kendaraan bermotor cenderung

mengalami peningkatan terutama pada jenis sepeda motor. Berikut jumlah kendaraan bermotor dari tahun 2011 hingga 2012 yang dikutip melalui situs resmi Badan Pusat Statistik Sumatera Barat.

Tabel 2. Jumlah Kendaraan Bermotor di Sumatera Barat

No	Jenis	Tahun		Jumlah
		2011	2012	
<b>1</b>	<b>Sepeda motor</b>	<b>769 735</b>	<b>798 495</b>	<b>1 568 230</b>
2	Bus	92 970	101 086	194 056
3	Mobil Pribadi	16 832	17 526	34 358
4	Truck	17 504	19 916	17 504

Sumber: *sumbar.bps.go.id*

Sejauh pengamatan penulis di lapangan, kebanyakan sepeda motor yang dipakai oleh masyarakat di Indonesia masih menggunakan sistem bahan bakar tipe konvensional (karburator). Kelemahan dari sistem bahan bakar ini yaitu sulit untuk memperoleh AFR (*air fuel ratio*) yang sesuai disetiap putaran mesin, sehingga kecendrungan dari pemakaian sistem bahan bakar ini adalah konsumsi bahan bakar boros dan emisi gas buang yang dihasilkan tinggi dibandingkan dengan sepeda motor yang menggunakan sistem bahan bakar elektronik (*electronic fuel injection*). Untuk lebih jelasnya perbandingan tersebut dapat dilihat pada tabel berikut ini.

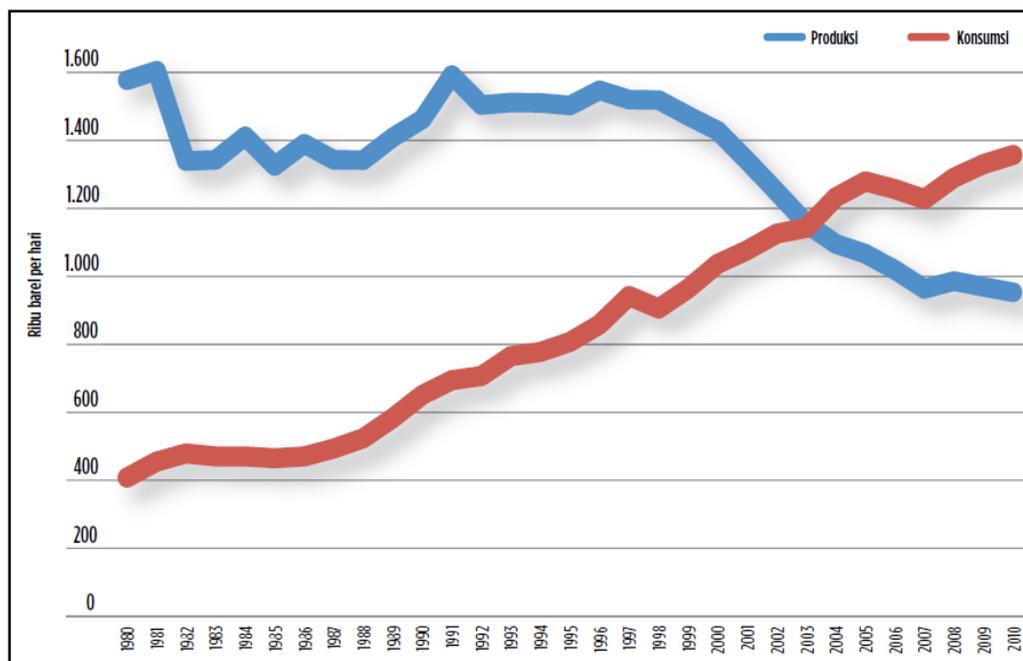
Tabel 3. Perbandingan sistem bahan bakar karburator dengan EFI

<i>Description</i>	<i>Carburetor mounted SI Engine</i>	<i>Injector mounted SI engine</i>
<i>Application</i>	<i>Small engine</i>	<i>Larger engines having multi cylinder</i>
<i>Power output</i>	<i>Usual</i>	<i>Produces 10-20% more power</i>
<i>Fuel distribution</i>	<i>Good</i>	<i>Very good</i>
<i>Detonation</i>	<i>Possible</i>	<i>Reduced</i>
<i>Compression ratio</i>	<i>High</i>	<i>Much higher</i>
<i>Fuel consumption</i>	<i>Usual</i>	<i>Comparatively less</i>
<i>Engine response to throttle</i>	<i>Quick</i>	<i>Very fast</i>
<i>Time lag between throttle</i>	<i>Short</i>	<i>Much shorter</i>
<i>Maintenance</i>	<i>Less</i>	<i>More</i>
<i>Cost</i>	<i>Less</i>	<i>High</i>
<i>Exhaust emission</i>	<i>More</i>	<i>Less</i>

Sumber: Gupta (2006: 294)

Supra X merupakan salah satu merek dari sepeda motor yang banyak diminati oleh masyarakat di Indonesia. Namun kelemahan dari sepeda motor ini yaitu masih menggunakan sistem bahan bakar konvensional. Seperti yang telah dijelaskan di atas bahwa sepeda motor dengan sistem bahan bakar konvensional konsumsi bahan bakarnya cenderung boros dan juga emisi gas buang yang dihasilkan cenderung tinggi. Oleh sebab itu, diperlukan suatu perlakuan pada sepeda motor yang menggunakan sistem bahan bakar konvensional (karburator) sehingga dapat meningkatkan performa dari *engine* sepeda motor tersebut. Peningkatan dari performa suatu *engine* dapat dilihat melalui parameter-parameter *engine*. Salah satu diantara parameter *engine* tersebut yaitu banyaknya konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang yang dihasilkan oleh *engine*.

Terkait konsumsi bahan bakar, di Indonesia konsumsi bahan bakar cenderung meningkat dari tahun-ketahun. Berdasarkan survey yang dilakukan oleh Pusat Teknologi Pengembangan Sumber Daya Energi, kendaraan bermotor merupakan konsumen terbesar dari keseluruhan total konsumen bahan bakar minyak di Indonesia. Dikutip dari Indonesia Raya News (12 Februari 2013) menyatakan bahwa konsumsi BBM 2012 naik mencapai 75.07 juta kl dibandingkan tahun 2011 sebesar 71.526 juta kl. Untuk gambaran dari tingkat konsumsi bahan bakar dari tahun 1990-2010 dapat dilihat pada grafik berikut ini.



Gambar 1. Grafik tingkat konsumsi bahan bakar dari tahun 1990-2010  
 Sumber: *International Institute For Sustainable Development's (2012: 8)*

Kendaraan bermotor, dalam proses kerjanya mengubah energi kimia bahan bakar menjadi energi panas melalui proses pembakaran. Hasil dari proses pembakaran bahan bakar tersebut akan menghasilkan emisi gas buang yang dapat menyebabkan polusi udara. Polusi udara cenderung tinggi terutama

di kota-kota besar yang mana mayoritas masyarakatnya memiliki kendaraan bermotor. Sedangkan kendaraan bermotor merupakan salah satu produsen utama dari polutan-polutan yang ada di udara. Berikut ini data pencemaran udara di Indonesia pada tahun 2012.

Tabel 4. Data Pencemaran Udara di Indonesia Tahun 2012

Sumber pencemaran	Jumlah Komponen Pencemar (Juta ton/tahun)					
	CO	Nox	SOx	HC	Partikulat	Total
<b>Transportasi</b>	<b>63.8</b>	<b>8.1</b>	<b>0.8</b>	<b>16.6</b>	<b>1.2</b>	<b>90.5</b>
Industri	9.7	0.2	7.3	4.6	7.5	29.3
Pembuangan sampah	7.8	0.6	0.1	1.6	1.1	11.2
Pembakaran stasioner	1.9	10.0	24.4	0.7	8.9	45.9
Lain-lain	16.9	1.7	0.6	8.5	9.6	37.3

*Sumber: Menteri Negara Lingkungan Hidup*

Berdasarkan tabel di atas dapat diketahui bahwa sektor transportasi merupakan penyumbang terbesar dari jumlah komponen pencemar yang ada di udara. Awal Syahrani (2006: 261) mengatakan “Gas buang kendaraan bermotor terdiri dari zat yang tidak beracun, seperti nitrogen (N<sub>2</sub>), karbondioksida (CO<sub>2</sub>), dan uap air (H<sub>2</sub>O), dan zat beracun seperti karbon monoksida (CO), hidrokarbon (HC), oksida nitrogen (NO<sub>x</sub>), sulfur oksida (SO<sub>x</sub>), zat debu timbal (Pb), dan partikulat”.

Lebih lanjut, Awal Syahrani (2006: 261) menambahkan “Komposisi zat-zat yang dikeluarkan dari knalpot kendaraan adalah 72% N<sub>2</sub>, 18.1% CO<sub>2</sub>, 8.2% H<sub>2</sub>O, 1.2% gas mulia, 1.1% O<sub>2</sub>, dan 1.1% gas beracun yang terdiri dari 0.13% Nox, 0.09 HC, 0.9% CO”. Karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon (HC) merupakan emisi gas buang berbahaya yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor.

Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 5 tahun 2006 menetapkan bahwa karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon (HC) merupakan zat atau bahan pencemar yang diuji kandungannya pada emisi gas buang kendaraan bermotor. Padang Ekspres (12 September 2012) menyatakan bahwa berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Daerah Kota Padang dari tahun 2006 hingga 2011, terdapat 4.414 yang mengikuti pengujian emisi kendaraan bermotor. Dari jumlah tersebut, hanya 2.914 yang lulus uji emisi, sisanya dinyatakan tidak lulus.

Berbagai usaha telah dilakukan untuk dapat mengatasi masalah akibat kendaraan bermotor seperti yang telah diuraikan di atas. Mulai dari menerapkan teknologi EFI (*electronic fuel injection*), modifikasi sistem pengapian dengan penggunaan dua busi (DTSI), penggunaan *octane booster*, memasang *catalytic converter* untuk mereduksi emisi gas buang, dan lain sebagainya. Selain cara tersebut, salah satu yang dapat dilakukan yaitu dengan memasang alat Hidro Generator pada sepeda motor. Hidro generator merupakan alat yang digunakan untuk memisah antara atom hidrogen (H) dan oksigen (O) yang terkandung di dalam air (H<sub>2</sub>O) melalui peristiwa elektrolisis menjadi gas HHO (Brow's Gas). Gas HHO yang merupakan hasil keluaran dari alat ini yang nantinya akan dibakar bersama dengan bahan bakar sehingga dapat menyempurnakan proses pembakaran yang terjadi di dalam silinder. Dengan terjadinya pembakaran yang sempurna, maka akan dapat menurunkan konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang yang berbahaya pada kendaraan.

Merujuk dari berbagai permasalahan di atas, maka penulis perlu untuk melakukan penelitian mengenai pengaruh pemakaian alat tambahan Hidro Generator terhadap konsumsi bahan bakar dan kandungan emisi yang dihasilkan pada sepeda motor.

## **B. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, maka diperoleh beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Masih banyaknya masyarakat yang menggunakan sepeda motor dengan sistem bahan bakar konvensional (karburator) yang mana kecenderungan konsumsi bahan bakarnya boros dan menghasilkan emisi gas buang yang tinggi.
2. Peningkatan kebutuhan akan kendaraan bermotor menuntut persediaan bahan bakar yang semakin banyak. Padahal, persediaan bahan bakar di perut bumi jumlahnya sangat terbatas dan tidak dapat diperbaharui lagi.
3. Banyaknya jumlah kendaraan akan meningkatkan polusi udara. Hingga saat ini, sektor transportasi menjadi penyumbang terbesar bagi pencemaran udara terutama di kota-kota besar di Indonesia.
4. Dibutuhkannya sumber energi baru yang dapat menutupi persediaan bahan bakar minyak yang semakin menipis jumlahnya.

### **C. Pembatasan Masalah**

Agar penelitian yang dilakukan lebih mendalam, maka perlu diadakan batasan dalam permasalahannya. Permasalahan dalam penelitian ini dibatasi pada “Pengaruh Penggunaan Alat Hidro Generator Terhadap Konsumsi Bahan Bakar dan Emisi Gas Buang CO dan HC Pada Sepeda Motor Supra X”.

### **D. Perumusan Masalah**

Berdasarkan pembatasan masalah di atas, maka masalah penelitian dapat dirumuskan sebagai berikut: bagaimanakah pengaruh penggunaan Hidro Generator terhadap jumlah konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang (CO, HC) pada sepeda motor Supra X?

### **E. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui seberapa besar emisi gas buang hidrokarbon (HC) dan karbon monoksida (CO) pada sepeda motor Supra X standar.
2. Mengetahui seberapa besar konsumsi bahan bakar sepeda motor Supra X standar.
3. Melihat seberapa besar pengaruh Hidro Generator terhadap konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang yang dihasilkan.

## **F. Asumsi Penelitian**

Berdasarkan tujuan penelitian yang telah dikemukakan di atas, maka beberapa asumsi yang perlu penulis kemukakan dalam penelitian ini:

1. Mesin yang digunakan sebagai objek penelitian berada pada kondisi normal dan sama baiknya pada setiap perlakuan penelitian.
2. Bahan bakar yang digunakan adalah jenis bahan bakar premium yang sama kualitasnya untuk setiap perlakuan penelitian.
3. Alat ukur yang digunakan sudah dikalibrasi sebelum digunakan pada setiap perlakuan penelitian.

## **G. Manfaat penelitian**

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Sebagai usaha dalam mencari alternatif untuk menghemat pemakaian bahan bakar dan menurunkan kadar emisi CO, HC pada sepeda motor.
2. Sebagai bahan masukan bagi pemerintah, pemerhati lingkungan, industri otomotif dan masyarakat luas dalam menciptakan lingkungan yang sehat dan bebas polusi.
3. Sebagai bahan referensi bagi jurusan teknik otomotif untuk lebih mengembangkan penelitian seputar alat penghemat bahan bakar.
4. Sebagai bahan penelitian lanjutan.

## **BAB II**

### **KAJIAN TEORITIS**

#### **A. Emisi Gas Buang Kendaraan**

##### **1. Defenisi Emisi Gas Buang**

Menurut Richard C. Flagan (1988: 1) yang menyatakan bahwa emisi gas buang merupakan polutan yang bersumber dari gas buang kendaraan pribadi maupun umum yang dilepas ke udara dan memberikan efek bagi manusia maupun ekosistem lingkungan.

Emisi gas buang timbul karena adanya aktifitas manusia dalam mengubah bahan bakar menjadi suatu komposisi lain yang mana menghasilkan pancaran ke udara atau polusi udara (Aaron dan Paolo, 2007: 2).

Menurut Rudi Hartono, dkk (2009: 29-31) yang mengatakan bahwa emisi gas buang bersumber dari aktivitas manusia seperti kendaraan bermotor dan kegiatan industri. Pemakaian kendaraan bermotor dan kegiatan industri yang berlebihan menyebabkan naiknya tingkat polusi udara.

Sedangkan Roger Gorham (2002: 3) menjelaskan, faktor-faktor yang dapat mempegaruhi jumlah emisi yang diduga disebabkan oleh sektor transportasi adalah: a) Jumlah sarana transportasi di suatu daerah yang berlebihan, b) Umur pakai dari suatu kendaraan dan teknologi yang

digunakan, c) Perawatan rutin dari suatu kendaraan, d) Pemilihan bahan bakar yang sesuai dengan kendaraan.

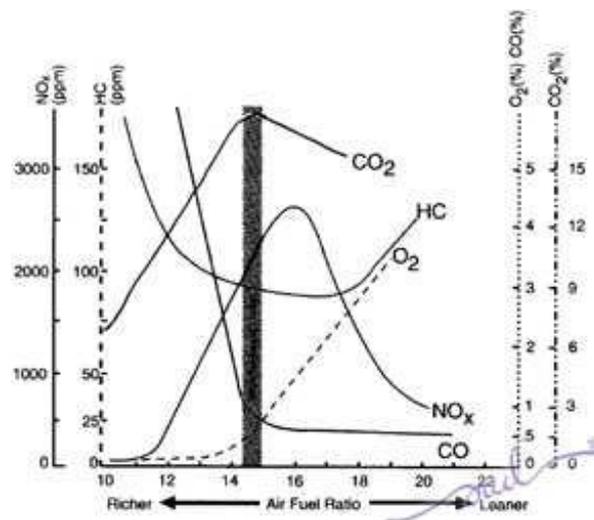
Berdasarkan kutipan di atas dapat disimpulkan bahwa emisi gas buang adalah segala sesuatu yang timbul karena adanya aktifitas manusia terutama pada pemakaian kendaraan bermotor dan sektor industri, yang dapat menyebabkan naiknya tingkat polusi udara. Emisi gas buang yang berlebihan dapat memberikan dampak negatif pada makhluk hidup maupun ekosistem lingkungan.

## 2. Emisi Gas Buang Motor Bensin

Dalam proses kerjanya untuk menghasilkan tenaga, kendaraan bermotor memerlukan reaksi kimia berupa pembakaran senyawa hidrokarbon. Pada proses pembakarannya, *engine* akan menghasilkan gas sisa pembakaran (emisi). Pembakaran secara teoritis yang terjadi dalam *engine* akan menghasilkan emisi yang tidak berbahaya bagi lingkungan.

Secara teoritis reaksi pembakaran sempurna pada *engine* menurut Mustafa bakeri, dkk (2012: 83) adalah  $C_8H_{18} + 12.5O_2 \rightarrow 8CO_2 + 9H_2O$ . Pembakaran sempurna pada *engine* baru akan terjadi jika bahan bakar dan udara bercampur secara homogen dengan perbandingan udara dan bahan bakar (*Air fuel Ratio*) 14.7:1. Namun pada kenyataannya tidak semua pembakaran yang terjadi dalam *engine* berlangsung sempurna, sehingga terbentuklah gas-gas sisa hasil pembakaran yang tidak sempurna seperti CO, HC, NO<sub>x</sub>, dan lain-lain.

Ahmad Fauzien (2008: 13) mengatakan “Pada kendaraan bermotor bahan pencemar (polutan) dibedakan menjadi polutan primer dan polutan sekunder. Polutan primer terdiri dari karbon monoksida (CO), sulfur oksida (SO<sub>x</sub>), nitrogen oksida (NO<sub>x</sub>) dan hidro karbon (HC). Polutan sekunder seperti ozon (O<sub>3</sub>) dan peroksiasetil nitrat (PAN)”. Untuk lebih jelasnya, hasil emisi gas buang pada motor bakar dapat dilihat pada grafik berikut.



Gambar 2: Grafik hasil emisi gas buang pada motor bakar  
 Sumber: Suriansyah (2011: 19)

Pada grafik di atas bisa dilihat, garis hitam adalah garis *stoichiometry* dimana pada pembakaran ini akan didapat nilai kurang lebihnya dan menjadi baku mutu emisi.

- 1) CO max 2.5% (1.5% max diberlakukan untuk kendaraan injeksi)
- 2) HC < 300ppm
- 3) CO<sub>2</sub> harus lebih besar dari 12% dan maksimum teoritis adalah 15.5%
- 4) O<sub>2</sub> < 2% (Suriansyah (2011: 19))

Terkait baku mutu emisi, di Indonesia pemerintah telah menetapkan standar baku mutu emisi yang mana berdasarkan peraturan

menteri negara lingkungan hidup nomor 05 tahun 2006 tentang ambang batas emisi gas buang kendaraan bermotor. Emisi gas buang yang di uji yaitu karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon (HC). Adapun metode pengujiannya yaitu dilakukan pada kondisi tanpa beban (*idle*) yaitu saat putaran mesin 800 RPM sampai 1400 RPM, dan pada saat temperatur mesin normal (60°C sampai dengan 70°C). Ambang batas emisi gas buang untuk kendaraan bermotor tipe L (sepeda motor) dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 5. Baku mutu emisi gas buang kendaraan bermotor lama

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: Menteri Negara Lingkungan Hidup 2006

Berdasarkan kutipan di atas dapat disimpulkan bahwa emisi gas buang motor bakar timbul karena adanya pembakaran yang tidak sempurna. Pembakaran baru dikatakan sempurna jika perbandingan udara dan bahan bakarnya sesuai dengan nilai teoritis (14.7:1). Emisi gas buang motor bakar bensin yang berbahaya terdiri dari karbon monoksida (CO), sulfur oksida (SO<sub>x</sub>), nitrogen oksida (NO<sub>x</sub>) dan hidro karbon (HC).

### 3. Emisi Gas Buang Kendaraan yang Diteliti

#### a. Karbon monoksida (CO)

Menurut Dicky Maryanto, dkk (2009: 199) “Karbon monoksida (CO) adalah gas yang tidak berwarna, tidak berbau, mudah terbakar

dan sangat beracun. Karbon monoksida merupakan hasil utama dari pembakaran senyawa hidrokarbon yang tidak sempurna pada kendaraan bermotor”.

Ferguson (2001: 285) menjelaskan “*Carbon monoxide appears in the exhaust of rich-running engines since there is insufficient oxygen to convert all the carbon in the fuel to carbon dioxide*”. Yang mana dapat diartikan bahwa adanya karbon monoksida (CO) pada emisi gas buang kendaraan disebabkan karena banyaknya oksigen ketika terjadinya proses pembakaran tidak cukup untuk mengubah seluruh karbon yang ada pada bahan bakar menjadi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>).

Sedangkan menurut Dendy Widyantara (2011: 23) “Emisi karbon monoksida disebabkan oleh pembakaran campuran kaya, dimana  $\lambda < 1$ . Pada campuran ini oksigen tidak cukup untuk mengoksidasi semua karbon menjadi karbon dioksida”. Berikut ini reaksi pembakaran tidak sempurna yang menghasilkan karbon monoksida:  $2 \text{C}_8\text{H}_{18}(g) + 17 \text{O}_2(g) \rightarrow 16 \text{CO}(g) + 18 \text{H}_2\text{O}(g)$ .

Emisi gas buang karbon monoksida sangat berbahaya bagi manusia, hal ini sependapat dengan Dicky Maryanto, dkk (2009: 199) yang menyatakan:

“Efek terhadap kesehatan gas CO merupakan gas yang berbahaya untuk tubuh karena daya ikat gas CO terhadap Hb adalah 240 kali dari daya ikat CO terhadap O<sub>2</sub>. Apabila gas CO darah (HbCO) cukup tinggi, maka akan mulai terjadi gejala antara lain pusing kepala (HbCO 10 persen), mual dan sesak nafas (HbCO 20 persen), gangguan penglihatan dan konsentrasi menurun (HbCO 30 persen) tidak sadar, koma (HbCO

40-50 persen) dan apabila berlanjut akan dapat menyebabkan kematian”.

Berdasarkan kutipan di atas dapat disimpulkan bahwa karbon monoksida (CO) timbul karena pembakaran yang tidak sempurna. Pembakaran yang tidak sempurna disebabkan karena perbandingan udara dan bahan bakar (AFR) tidak seimbang atau juga bisa disebabkan oleh waktu penyelesaian bahan bakar yang tidak tepat.

Emisi gas buang karbon monoksida dikatakan berbahaya karena keracunan gas karbon monoksida yang berlebihan dapat mengakibatkan kematian. Karbon monoksida akan mengikat hemoglobin dalam darah sehingga kemampuan hemoglobin mengikat oksigen berkurang. Berkurangnya kadar oksigen dalam darah menyebabkan transfer oksigen keseluruhan jaringan tubuh menjadi terganggu.

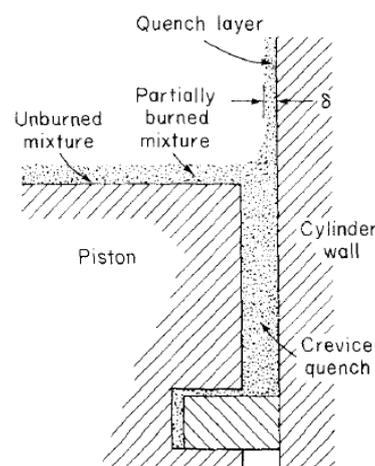
#### **b. Hidrokarbon (HC)**

Menurut Ferguson (2001: 287) “*Hydrocarbon emissions result from the presence of unburned fuel in the exhaust of an engine*” yang mana dapat diartikan bahwa emisi hidrokarbon dihasilkan karena adanya bahan bakar yang tidak terbakar dan ikut terbang bersama gas sisa hasil pembakaran”. Sehingga dapat diketahui bahwa bensin merupakan salah satu senyawa hidrokarbon, oleh karena itu setiap HC yang didapat pada gas buang kendaraan menunjukkan adanya bensin yang tidak terbakar dan terbang bersama sisa pembakaran.

Menurut Syahrani (2006: 262) menjelaskan bahwa sebab utama timbulnya hidrokarbon adalah sebagai berikut:

- a) Rendahnya temperatur disekitar dinding-dinding ruang bakar, dimana temperatur itu tidak mampu melakukan pembakaran.
- b) Missing (*missfire*) yaitu pembakaran yang tidak tepat.
- c) Adanya *overlapping* katup (kedua katup bersama-sama terbuka) sehingga HC yang keluar merupakan gas pembilas/pembersih.

Sedangkan Richard (1988: 244) menerangkan bahwa hidrokarbon timbul karena adanya tempat tertentu di dalam silinder yang mana ketika proses pembakaran terjadi bahan bakar tersebut tidak terbakar secara keseluruhan. Tempat tersebut yaitu volume kecil antara piston dan dinding silinder yang ada pada ring piston paling atas. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar dibawah.



Gambar 3: Celah antara dinding silinder dengan piston  
 Sumber: Richard (1988: 244)

Berdasarkan kutipan di atas dapat disimpulkan bahwa emisi hidrokarbon timbul krena adanya bahan bakar yang tidak terbakar.

Ketika langkah buang terjadi, bahan bakar yang tidak terbakar akan ikut terbang bersama sisa hasil pembakaran pada kenalpot dan menjadi emisi hidrokarbon (HC).

#### **4. Pengaruh Hidro Generator Terhadap Emisi**

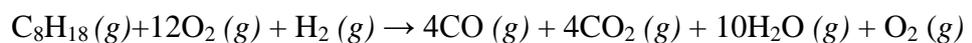
Gas HHO (Brown's Gas) merupakan output utama dari Hidro Generator. Gas HHO ini dimasukkan kedalam ruang bakar melalui *intake manifold* dan akan terbakar bersama dengan bahan bakar. Sa'eed dan Ammar (2011: 3068) mengatakan "*Adding HHO gas to the fuel/air mixture has the immediate effect of increasing the octane rating of any fuel*" yang berarti bahwa dengan penambahan gas HHO pada campuran bahan bakar dan udara memberikan dampak langsung yaitu meningkatnya angka oktan (*Octane Rating*) dari bahan bakar".

Sedangkan Leelakrishnan, dkk (2013: 393) mengatakan bahwa gas hidrogen yang dimasukkan melalui saluran udara akan meningkatkan kecepatan nyala api pada saat proses pembakaran sehingga pembakaran menjadi sempurna.

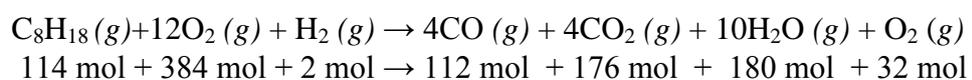
Chakrapani dan Neelamegam (2011: 140) mengatakan "*This mixed HHO ignites releasing the extra electrons into the igniting fuel and thus the added extra energy from the HHO leads cent percent of complete burning of the fuel*". Yang mana dapat diartikan pada saat proses pembakaran terjadi, campuran gas HHO yang terbakar bersama dengan bahan bakar akan melepas lebih banyak elektron sehingga menyempurnakan proses pembakaran.

Lebih lanjut Chakrapani dan Neelamegam (2011: 141) mengatakan setelah pembakaran gas HHO berlangsung, terdapat uap dan oksigen pada *exhaust*. Kemudian uap akan berubah menjadi molekul air setelah sampai di udara. Maka dari itu, dengan penambahan gas HHO akan dapat mengontrol emisi sebanyak 10% sampai dengan 50%.

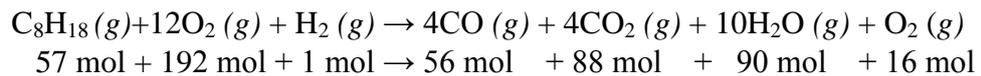
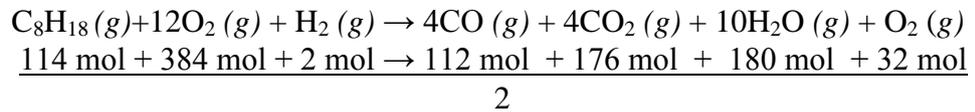
Berdasarkan kutipan di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa dengan penambahan gas HHO yang dihasilkan oleh Hidro Generator pada bahan bakar, akan meningkatkan angka oktan (*octan rating*). Selain itu, kecepatan nyala api ketika proses pembakaran berlangsung juga meningkat. Meningkatnya angka oktan bahan bakar dan kecepatan nyala api ketika proses pembakaran berlangsung akan menyempurnakan proses pembakaran pada *engine*. Sempurnanya proses pembakaran pada *engine* akan dapat menurunkan emisi gas buang yang dihasilkan. Adapun reaksi pembakaran yang terjadi dengan penambahan gas hidrogen dan oksigen yang dihasilkan oleh Hidro Generator pada saat proses pembakaran adalah sebagai berikut:



Berdasarkan reaksi pembakaran dengan penambahan gas hidrogen dan oksigen di atas dapat diketahui molekul reaksi pembakaran bensin, oksigen, dan hidrogen yang menurunkan emisi gas buang karbon monoksida sebagai berikut:



Reaksi molekul pembakaran di atas dapat disederhanakan dengan membagi dua hasil dari perhitungan jumlah molekul sebagai berikut:



Berdasarkan reaksi pembakaran di atas dapat diketahui bahwa dengan penambahan gas hidrogen dan oksigen pada *engine* akan dapat mengoksidasi sebagian karbon monoksida yang terbentuk menjadi karbon dioksida dengan demikian, emisi gas buang karbon monoksida akan menurun.

## B. Konsumsi Bahan Bakar (*Fuel Consumption*)

### 1. Defenisi Konsumsi Bahan Bakar

Menurut Allan Bonnick (2008: 166) mengatakan “*Brake specific fuel consumption (bsfc) is a measure of the effectiveness of an engine’s ability to convert the chemical energy in the fuel into useful work*”. Dapat diartikan bahwa konsumsi bahan bakar spesifik adalah parameter keefektifan suatu *engine* yang dilihat dari seberapa besar kemampuan *engine* untuk mengkonversi energi kimia yang ada dalam bahan bakar menjadi tenaga (*power*).

Ferguson (2001: 7) menerangkan bahwa “*The bsfc is a measure of engine efficiency. In fact, bsfc and engine efficiency are inversely related, so that the lower the bsfc the better the engine*”. Dapat diartikan bahwa konsumsi bahan bakar spesifik adalah parameter efisiensi suatu *engine*.

Antara konsumsi bahan bakar spesifik dan efisiensi *engine* saling berbanding terbalik. Semakin rendah konsumsi bahan bakar maka akan semakin baik efisiensi suatu *engine*.

Sedangkan Jalius Jama (2008: 28) mengatakan bahwa konsumsi bahan bakar spesifik menunjukkan berapa banyak (gram) bahan bakar yang digunakan untuk menghasilkan tenaga sebesar 1 HP/Jam. Konsumsi bahan bakar spesifik juga dapat dilihat dengan cara mengukur berapa jauh jarak yang dapat ditempuh suatu kendaraan dengan satu liter bensin.

Berdasarkan kutipan di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa yang dimaksud dengan konsumsi bahan bakar spesifik adalah berapa banyaknya bahan bakar yang dibutuhkan suatu *engine* untuk dapat menghasilkan tenaga sebesar 1 HP. Konsumsi bahan bakar spesifik juga merupakan salah satu parameter efisiensi suatu *engine*. Semakin rendah konsumsi bahan bakar spesifik maka semakin tinggi efisiensi yang dicapai suatu *engine*. Efisiensi suatu *engine* dapat diartikan seberapa besar kemampuan *engine* untuk mengubah energi kimia bahan bakar menjadi tenaga (*power*).

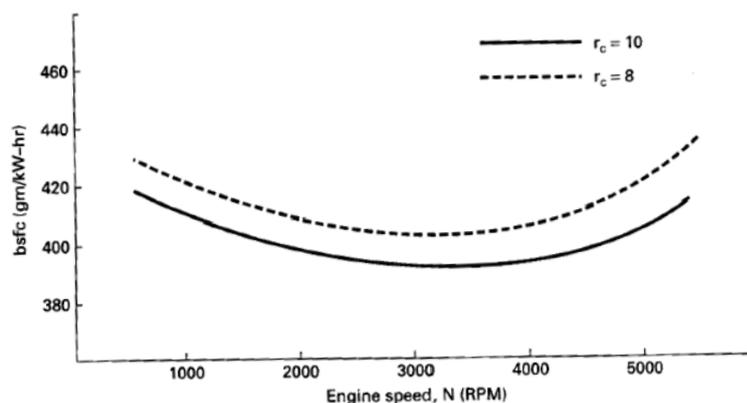
## **2. Faktor yang Mempengaruhi Konsumsi Bahan Bakar**

Menurut Pulkrabek (2004: 57-58) menjelaskan bahwa faktor yang mempengaruhi konsumsi bahan bakar adalah:

### **a) *Engine Speed***

Konsumsi bahan bakar cenderung menurun seiring dengan meningkatnya kecepatan *engine* kira-kira berada pada putaran 3000 Rpm. Hal ini dikarenakan waktu yang dibutuhkan *engine* untuk setiap

siklus kerja semakin singkat, sehingga kerugian panas yang ditimbulkan juga sedikit. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar grafik di bawah ini.

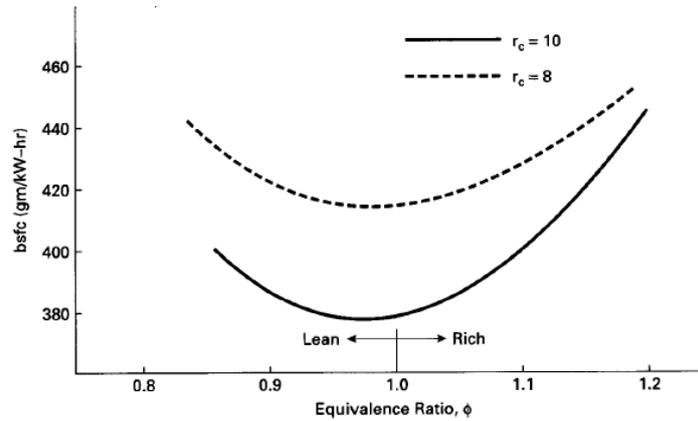


Gambar 4: Grafik *Engine Speed* terhadap *bsfc*  
 Sumber: Pulkrabek (2004: 57)

b) *Compression ratio* dan *fuel equivalence ratio*

Semakin tinggi perbandingan kompresi (*Compression ratio*) maka semakin sedikit konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan. Hal ini dikarenakan pada perbandingan kompresi yang tinggi diperoleh efisiensi termal (*thermal efisiensi*) yang tinggi.

Sedangkan pada perbandingan equivalen bahan bakar (*fuel equivalence ratio*), konsumsi bahan bakar cenderung menurun pada campuran ideal ( $\lambda=1$ ) dan cenderung meningkat pada campuran kaya ( $\lambda<1$ ) atau miskin ( $\lambda>1$ ). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar grafik dibawah ini.



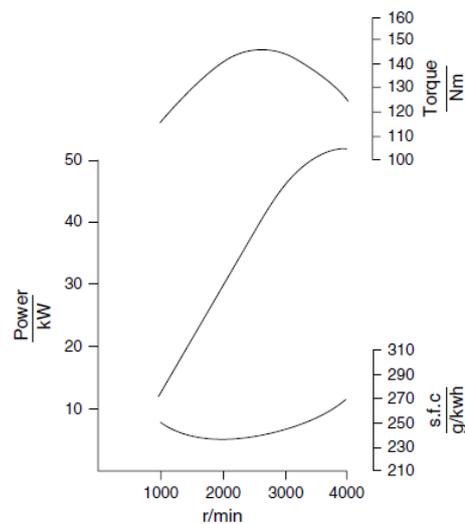
Gambar 5: Grafik *fuel equivalence ratio* terhadap *bsfc*  
 Sumber: Pulkrabek (2004: 58)

Sedangkan Menurut Allan Bonnick (2008: 167) menjelaskan

bahwa konsumsi bahan bakar dipengaruhi oleh tiga faktor yaitu:

- Brake power* (power yang dihasilkan)
- Torque* (Torsi)
- Engine speed* (RPM)

Kaitan antara ketiga faktor di atas dapat dilihat pada grafik di bawah ini.



Gambar 6: Grafik *bsfc* terhadap *power*, torsi dan *engine speed*  
 Sumber: Allan Bonnick (2008: 167)

Berdasarkan kutipan di atas maka dapat disimpulkan bahwa faktor yang mempengaruhi konsumsi bahan bakar yaitu:

- a) *Engine speed*
- b) Perbandingan kompresi (*compression ratio*)
- c) Rasio perbandingan udara dan bahan bakar (AFR)
- d) *Power* dan
- e) Torsi

### 3. Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar

Karakteristik unjuk kerja suatu motor bakar dinyatakan dalam beberapa parameter diantaranya adalah konsumsi bahan bakar. Konsumsi bahan bakar dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$BFC = \frac{V_f}{t} \times \frac{3600}{1000} \text{ (Ahmad Fauzien, 2008: 11)}$$

Keterangan:

BFC = Konsumsi bahan bakar (L/jam)

$V_f$  = Konsumsi bahan bakar selama  $t$  detik (mL)

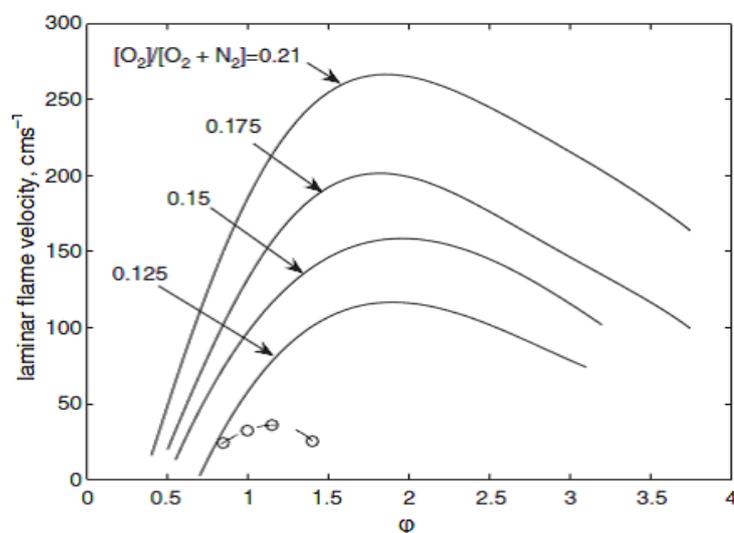
$t$  = Interval waktu pengukuran bahan bakar (detik)

### 4. Pengaruh Hidro Generator Terhadap Konsumsi Bahan Bakar

Gas hidrogen yang merupakan output dari Hidro Generator mampu menyempurnakan proses pembakaran bahan bakar di dalam silinder. Hal ini disebabkan karena hidrogen memiliki keunggulan tersendiri. Ciniviz dan Kose (2011: 2-3) menjelaskan beberapa keunggulan hidrogen dibanding bahan bakar lain yaitu sebagai berikut.

a) Jangkauan *Flammability* yang Luas

Dibandingkan dengan jenis bahan bakar lain, hidrogen memiliki jangkauan *flammability* yang luas yaitu 4-75%. Sedangkan bahan bakar bensin hanya 1.4-7.6%. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun perbandingan antara udara dan bahan bakar jauh dari stoikiometri (campuran ideal), proses pembakaran akan tetap terjadi. Akibatnya pembakaran berlangsung sempurna pada gas hidrogen, sehingga konsumsi bahan bakar pada *engine* menjadi lebih hemat. Selain itu juga dapat menurunkan temperatur dan menurunkan emisi polutan yang dihasilkan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada grafik dibawah ini.



Gambar 7. *Laminar flame velocity for (—) hidrogen, dan (°, - -) campuran bahan bakar dan udara.*

*Sumber: . Ciniviz dan Kose (2011: 3)*

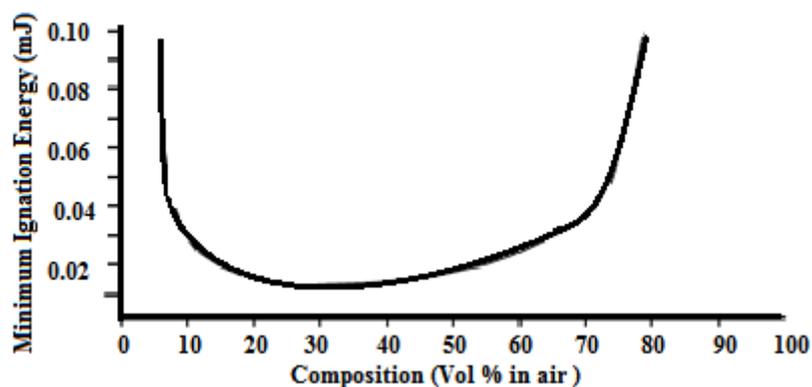
b) Jarak *Quenching* Rendah

Hidrogen memiliki jarak *quenching* yang rendah (0.6 mm untuk hidrogen dan 2.0 mm untuk bensin), yang mana berdasarkan

jarak dari dinding internal silinder ke sumber api. Ini berarti lebih sulit memadamkan api hidrogen dibanding dengan bahan bakar yang lainnya.

c) Energi Ignition Rendah

Jumlah energi yang diperlukan untuk menyalakan hidrogen lebih rendah dibanding dengan energi yang dibutuhkan untuk menyalakan bensin (0.24 mJ) sedangkan hidrogen yaitu 0.02 mJ. Kelebihannya pembakaran akan tetap terjadi meskipun campuran miskin bahan bakar dan memungkinkan terjadinya pembakaran dengan cepat. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada grafik dibawah ini.



Gambar 8. Energi pembakaran minimum hidrogen

Sumber: . *Ciniviz dan Kose (2011: 3)*

d) *Flame Speed* Tinggi

Hidrogen terbakar dengan kecepatan rambat api yang tinggi, menyebabkan kerja mesin hidrogen mendekati siklus kerja mesin termodinamika ideal (rasio kekuatan bahan bakar paling efisien) ketika pencampuran bahan bakar mencapai stokiometri.

e) *Auto Ignition Temperature* Tinggi

*Auto Ignition Temperature* adalah temperature minimum yang diperlukan untuk memulai pembakaran di dalam suatu campuran bahan bakar. Untuk gas hidrogen, *Auto Ignition Temperature* relative tinggi yaitu sebesar  $585^{\circ}\text{C}$ . Hal ini membuat campuran hidrogen sulit terbakar tanpa adanya sumber pengapian tambahan. Dengan demikian dapat mengurangi terjadinya *knocking* atau detonasi.

## C. Hidro Generator

### 1. Defenisi Hidro Generator

Hidro Generator merupakan suatu alat untuk memproduksi gas HHO (Brown's Gas). Generator ini terdiri dari tabung atau bejana yang tahan terhadap tekanan dan temperature tinggi, elektroda sebagai penyalur listrik, lubang pernafasan, *water trap*, dan lubang output gas HHO.



Gambar 9. Tabung Hidro Generator

*Sumber: Dokumentasi Penulis*

a) Tabung Elektroliser

Merupakan tempat atau wadah larutan elektrolit, sekaligus tempat terjadinya proses elektrolisis untuk menghasilkan gas HHO. Pada tabung ini terdapat kedudukan untuk elektroda, lubang pernafasan dan lubang transfer gas HHO. Tabung bisa terbuat dari kaca atau plastik. Tabung ini juga harus dapat menahan daya hisap dari mesin sehingga tidak terjadi perubahan bentuk.

b) Elektroda

Terjadinya elektrolisis dikarenakan adanya arus yang mengalir melewati elektroda. Elektroda tersebut terdiri dari dua kutub, yaitu katoda (-) dan anoda (+) yang dipasangkan di dalam tabung dan terendam oleh larutan elektrolit. Ketika elektroda dialirkan arus listrik maka pada permukaan elektroda akan timbul gelembung-gelembung kecil, gelembung inilah yang merupakan gas HHO.

Menurut Barkah Fitriana (2011: 10) elektroda yang baik adalah logam yang mampu menghantarkan listrik serta tahan korosi. Logam paduan yang memiliki konduktifitas dan tahan terhadap korosi dibandingkan logam paduan atau logam murni jenis lain yang harganya lebih terjangkau adalah *stainless steel*.

c) Larutan Elektrolit

Menurut Barkah Fitriyana (2011: 13) "Larutan elektrolit merupakan pencampuran antara air murni dan katalis, katalis merupakan suatu zat yang dapat memepercepat laju rekasi. Larutan

elektrolit ini berfungsi untuk memindahkan ion yang terlibat dalam reaksi reduksi dan oksidasi, sedangkan katalis berfungsi sebagai zat perantara bagi zat-zat pereaksi dan sebagai zat pengikat”.

Banyak jenis katalis yang digunakan dalam proses elektrolisis. Diantaranya yang sering digunakan yaitu sodium bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ), natrium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ), dan kalium hidroksida ( $\text{KOH}$ ).

## 2. Prinsip Kerja Hidro Generator

Prinsip kerja Hidro Generator yaitu memanfaatkan peristiwa elektrolisis untuk memisah kandungan hidrogen (H) dan oksigen (O) di dalam molekul air ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Hidrogen hasil elektrolisis tersebut yang akan membantu proses pembakaran pada *engine*.

Laurensius (2012) mengatakan “Sel elektrolisis terdiri dari sebuah wadah, elektroda, elektrolit dan sumber arus searah. Elektron (listrik) memasuki larutan melalui kutub negatif (katode). Spesi tertentu dalam larutan menyerap elektron dari katode, sehingga dalam katode terjadi reaksi reduksi. Sementara itu spesi lain melepas elektron di anode, sehingga dalam anode (kutub positif) mengalami reaksi oksidasi”.

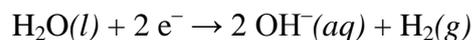
Lebih lanjut Barkah Fitriana (2011: 8) menjelaskan gas hidrogen dapat dihasilkan melalui proses elektrolisa air yang mana dalam prosesnya menggunakan energi listrik searah atau DC (*Direct Current*) yang dialirkan melalui larutan elektrolit melalui dua buah elektroda masing-masing adalah elektroda positif atau anoda dan elektroda negatif atau

katoda. Bagian anoda dihubungkan dengan kutup positif arus searah dan bagian katoda dihubungkan dengan kutup negatifnya.

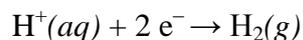
Menurut Ari Harnanto dan Ruminten (2009: 47) dalam reaksi elektrolisis, pada anode terjadi oksidasi (melepaskan elektron) sedangkan pada katode terjadi reduksi.

a) Reaksi yang terjadi pada katode

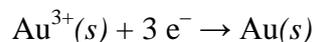
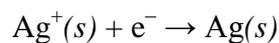
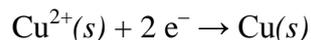
- 1) Jika kationnya  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Al^{3+}$ ,  $Be^{2+}$ , dan  $Mn^{2+}$ , maka reaksi yang berlangsung pada katode adalah sebagai berikut.



- 2) Jika kationnya  $H^+$  berasal dari suatu asam, maka reaksi yang berlangsung pada katode adalah sebagai berikut.



- 3) Jika kationnya selain 1 dan 2, maka akan terjadi reaksi reduksi (diendapkan pada katode) seperti berikut ini.

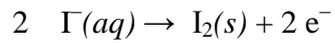
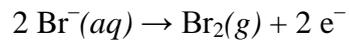
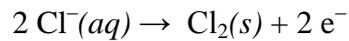


b) Reaksi yang terjadi pada anode

- 1) Jika anion yang menuju anode adalah  $OH^-$  dari suatu basa, maka  $OH^-$  akan teroksidasi.



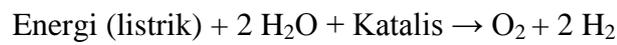
- 2) Jika anionnya  $Cl^-$ ,  $Br^-$ , dan  $I^-$ , maka ion-ion tersebut akan teroksidasi seperti berikut ini.



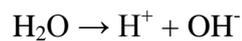
- 3) Jika anionnya berupa sisa asam oksida seperti  $\text{SO}_4^{2-}$  dan  $\text{NO}_3^{-}$ , maka anode tidak teroksidasi, sedangkan yang teroksidasi  $\text{H}_2\text{O}$ . Persamaan reaksinya adalah sebagai berikut.



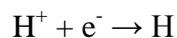
Berdasarkan penjelasan dari kutipan di atas dapat disimpulkan bahwa persamaan kimia elektrolisa air pada Hidro Generator adalah sebagai berikut:



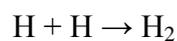
Molekul air dekat katoda terbagi menjadi ion hidrogen positif ( $\text{H}^{+}$ ) dan ion hidroksida ( $\text{OH}^{-}$ ).



$\text{H}^{+}$  menangkap elektron ( $e^{-}$ ) dari katoda, kemudian menjadi atom hidrogen biasa (netral).



Atom hidrogen ini bergabung dengan atom hidrogen lain dan membentuk molekul gas  $\text{H}_2$  dalam bentuk gelembung dan kemudian naik ke permukaan.

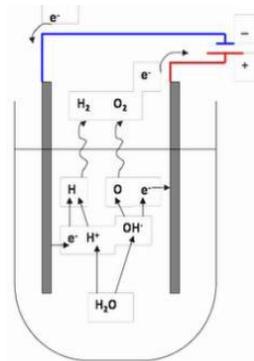


Elektroda positif telah menyebabkan ion hidroksida ( $\text{OH}^{-}$ ) untuk bergerak ke anoda. Ketika mencapai anoda, anoda melepaskan kelebihan

elektron yang diambil oleh hidroksida dari atom hidrogen sebelumnya, kemudian ion hidroksida bergabung dengan molekul hidroksida yang lain dan membentuk 1 molekul oksigen dan 1 molekul air:



Molekul oksigen yang terbentuk kemudian naik ke permukaan. Agar lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 10. Elektrolisa Air

Sumber: Rusmito Tjatur, dkk (2011: 2)

### 3. Jumlah Produksi Gas HHO oleh Hidro Generator

Mengetahui seberapa baik generator hidrogen dalam menghasilkan gas HHO, perlu diketahui seberapa banyak gas HHO yang dihasilkan oleh Hidro Generator tersebut.

Jumlah gas HHO yang dihasilkan oleh Hidro Generator dapat dihitung dengan menggunakan hukum I dan II Faraday (1831-1876). Hukum I Faraday yang menyatakan bahwa “Total zat yang dihasilkan pada elektrode (m), berbanding lurus dengan total muatan listrik (Q) yang mengalir melalui sel elektrolisis”.

$$m = Q$$

Jumlah muatan listrik (Q) merupakan hasil kali antara kuat arus (I) dengan waktu (t). sehingga persamaan di atas dapat dituliskan sebagai berikut:

$$m = I \times t$$

Hukum II Faraday menyatakan bahwa “Massa zat yang dibebaskan pada elektrolisis (m) berbanding lurus dengan massa ekuivalen zat tersebut (e)”.

$$m = e$$

Massa ekuivalen (e) merupakan hasil bagi antara masa atom relatif (Ar) dengan perubahan bilangan oksidasinya (pbo).

Penggabungan hukum Faraday I dan II menghasilkan persamaan sebagai berikut:

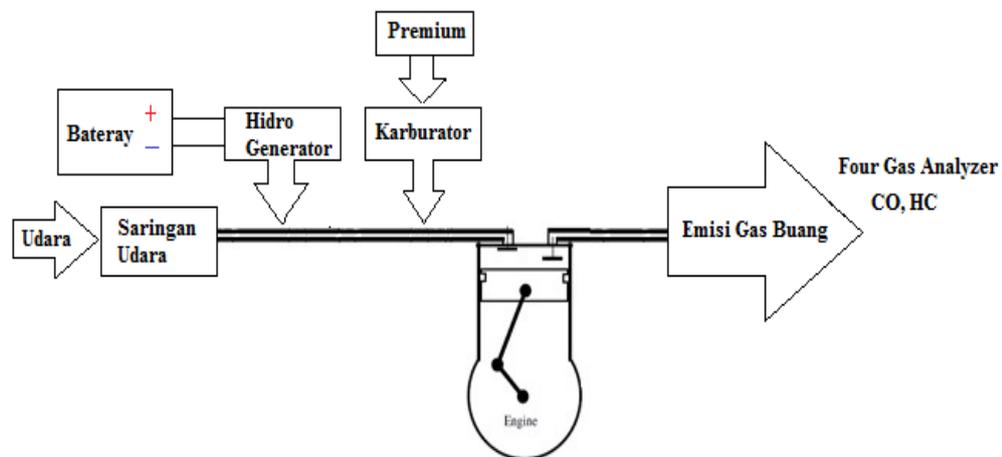
$$m = k \cdot I \cdot t \cdot e$$

Faktor pembanding Faraday  $k = 1/96500$ , sehingga persamaan di atas dapat dituliskan sebagai berikut:

$$m = \frac{I \cdot t \cdot e}{96500}$$

#### **4. Skema Pemasangan Hidro Generator Pada Sepeda Motor**

Pemasangan hidro generator pada sepeda motor dapat dilihat pada skema gambar berikut ini:



Gambar 11. Skema pemasangan Hidro Generator

Sumber: Dokumentasi Penulis

Gas hidrogen dan oksigen yang merupakan output dari Hidro Generator akan masuk melalui saluran udara menuju karburator dan akan tercampur bersama dengan bahan bakar. Efek dari penambahan gas hidrogen dan oksigen ini yang nantinya akan menyempurnakan proses pembakaran yang terjadi. Adapun reaksi pembakaran pada *engine* yang terjadi sesudah penambahan gas hidrogen dan oksigen yang dihasilkan oleh Hidro Generator adalah sebagai berikut:



#### D. Penelitian yang Relevan

Penelitian yang relevan dengan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Theo Anggara Kusuma (2011) dalam penelitiannya, dengan menggunakan Hidro Generator pada mesin diesel dapat meningkatkan daya efektif dari *engine* yang mana terjadi kenaikan rata-rata sebesar 22,88 %, sedangkan untuk konsumsi bahan bakar spesifik mengalami penurunan rata-rata sebesar 22,43 %.

- b. Penelitian Iqbal Wahyudzin dan Harus Laksana Guntur (2012), pada aplikasi Hidro Generator terhadap mobil Avanza 1300cc, dapat meningkatkan torsi sebesar 3,15% dan daya 3,2 % dengan penurunan sfc rata-rata 12,30 %. Demikian pula dengan kandungan emisi gas buang yang mengalami penurunan cukup signifikan.

#### **E. Kerangka Berpikir**

Berdasarkan kajian teori dan penelitian relevan yang telah penulis uraikan di atas, maka penulis menduga bahwa dengan menggunakan Hidro Generator akan dapat menekan atau mengurangi konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang CO dan HC pada sepeda motor Supra X. Dalam penelitian ini, penulis melakukan uji beda untuk melihat seberapa besar pengaruh dari penggunaan Hidro Generator terhadap konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang CO dan HC pada sepeda motor Supra X.

#### **F. Hipotesis**

Berdasarkan kajian teori dan kerangka berpikir, maka sebagai dugaan awal penelitian diajukan hipotesis bahwa: Terdapat pengaruh yang signifikan dari pemakaian Hidro Generator terhadap konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang CO dan HC pada sepeda motor Supra X.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisis data penelitian yang telah dibahas pada bagian sebelumnya, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan Hidro Generator pada sepeda motor Supra X setelah dianalisa, secara umum dapat menekan tingkat konsumsi bahan bakar kecuali pada putaran 1800 RPM yang belum menunjukkan penurunan yang signifikan. Pada putaran 1800 RPM hanya terjadi penurunan sebesar 0.0054 L/jam. Sedangkan pada putaran 1400 RPM terjadi penurunan sebesar 0.0256 L/jam. Pada putaran 2200 RPM terjadi penurunan sebesar 0,0183 L/jam. Kemudian pada putaran 2600 RPM dengan penggunaan Hidro Generator, terjadi penurunan sebesar 0.0280 L/jam.
2. Penggunaan Hidro Generator pada sepeda motor Supra X setelah dianalisa dapat menekan kandungan emisi gas buang CO dan HC pada setiap tingkat putaran mesin. Pada putaran 1400 RPM terjadi penurunan CO sebesar 1.9766 % dan HC mengalami penurunan 729 ppm. Pada putaran 1800 RPM terjadi penurunan CO sebesar 1.71 % dan HC mengalami penurunan 257.666 ppm. Pada putaran 2200 RPM terjadi penurunan CO sebesar 0.3733 % dan HC mengalami penurunan sebesar 63.6666 ppm. Dan Pada putaran 2600 RPM penggunaan Hidro Generator menurunkan kandungan CO sebesar 1.5966 % dan penurunan HC sebesar 239 ppm.

3. Setelah dilakukannya analisa data secara keseluruhan dengan menggunakan uji  $t$ , maka diketahui bahwa hipotesis ( $H_a$ ) yang penulis ajukan positif, yang mana dengan penggunaan Hidro Generator pada sepeda motor Supra X memberikan dampak yang signifikan terhadap konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang CO dan HC yang dihasilkan.

## **B. Saran**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah lakukan, penulis menyarankan hal-hal sebagai berikut :

1. Penelitian ini masih terbatas hanya pada beberapa putaran mesin yang mewakili, sehingga pada penelitian lanjutan agar bisa dilakukan pada putaran yang lebih tinggi.
2. Sebaiknya dilakukan penelitian pengaruh penggunaan Hidro Generator yang mencari besarnya *benefit spesific fuel consumption (BSFC)*.
3. Penelitian pada kandungan emisi gas buang sebaiknya dilakukan pada semua kandungan emisi gas seperti CO<sub>2</sub> dan kandungan emisi lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Fauzien. (2008). *Analisis Penggunaan Venturi*. Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Aaron Daly dan Paolo Zannetti. (2007). *An Introduction to Air Pollution – Definitions, Classifications, and History*. Oxford University Press: London.
- Akhmad Fauzi, Dedy Darnaedi, dkk. (2012). *Status Lingkungan Hidup Indonesia 2012*. Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia: Jakarta.
- Allan Bonnick. (2008). *Automotive Science and Mathematics*. Elsevier Ltd: Hungary
- Ari Harnanto, Ruminten. (2009). *Kimia 3*. Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional Tahun 2009: Jakarta.
- Astra International. *Manual Book Supra X*. PT. Astar International: Jakarta.
- Awal Syahrani. (2006). *Analisa Kinerja Mesin Bensin Berdasarkan Hasil Uji Emisi*. Jurnal Smartek. Vol. 4, No. 4, Nopember 2006.
- Badan Pusat Statistik Sumatera Barat. (2013). *Statistik Daerah Provinsi Sumatera Barat Tahun 2013*. Pada [www.sumbar.bps.go.id](http://www.sumbar.bps.go.id). (diakses 19 Maret 2014).
- Badan Pusat Statistik Indonesia. 2012. *Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis Tahun 1987-2012*. Pada [www.bps.go.id](http://www.bps.go.id). (diakses 08 November 2013).
- Barkah Fitriyana. (2011). *Komparasi Performa Generator HHO Dengan Elektroda SS 304 Plat Dan Spiral*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya.
- C. Lipson and N.T. Sheth (1973). *Statistical Design and Analysis of Engineering Experiments*. Mc Graw – Hill:USA.
- Colin R. Ferguson. 2001. *Internal Combustion Engines Applied Thermosciences*. Jhon Wiley. & Sons Inc: United States of America.
- Departemen Pendidikan Nasional. (2011). *Buku Panduan Penulisan Tugas Akhir/Skripsi Universitas Negeri Padang*. Padang: UNP.