

**PENGARUH PENGGUNAAN *PULSED SECONDARY AIR INJECTION*
SYSTEM (*PAIR*) TERHADAP EMISI GAS BUANG KARBON
MONOKSIDA (CO) DAN HIDRO KARBON (HC)
PADA SEPEDA MOTOR SUZUKI SATRIA F 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 :

ADE KURNIAWAN

NIM: 16608/2010

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK OTOMOTIF
JURUSAN TEKNIK OTOMOTIF
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2018**

PERSETUJUAN SKRIPSI

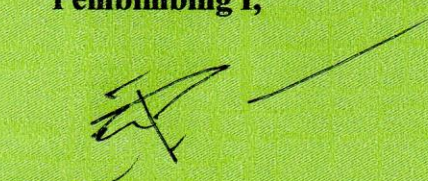
**PENGARUH PENGGUNAAN *PULSED SECONDARY AIR INJECTION*
SYSTEM (PAIR) TERHADAP EMISI GAS BUANG KARBON
MONOKSIDA (CO) DAN HIDRO KARBON (HC)
PADA SEPEDA MOTOR SUZUKI SATRIA F 150 CC**

Nama : Ade Kurniawan
NIM/BP : 16608/2010
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif
Jurusan : Teknik Otomotif
Fakultas : Teknik

Padang, 7 Februari 2018

Disetujui oleh

Pembimbing I,


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

Pembimbing II,


Irma Yulia Basri, SPd, M.Eng
NIP. 19770707 200501 2 002

Diketahui Oleh:
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 *Pulsed Secondary Air Injection System (PAIR)* Terhadap Emisi Gas Buang Karbon Monoksida (CO) Dan Hidro Karbon (HC) Pada Sepeda Motor SUZUKI SATRIA FU 150 cc

Nama : Ade Kurniawan

NIM/BP : 16608/2010

Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif

Jurusan : Teknik Otomotif

Fakultas : Teknik

Padang, 7 Februari 2018

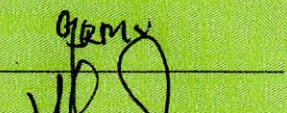
Tim Penguji Nama

Tanda Tangan

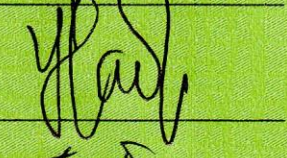
1. Ketua : Drs. Martias, M.Pd

1. 

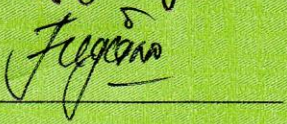
2. Sekretaris : Irma Yulia Basri, SPd, M.Eng

2. 

3. Anggota : Drs. Hasan Maksum, M.T

3. 

4. Anggota : Toto Sugiarto, S.Pd, M.Si

4. 



SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ade Kurniawan
NIM/TM : 16608/2010
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif
Jurusan : Teknik Otomotif
Fakultas : Teknik

Dengan ini saya menyatakan, bahwa skripsi saya dengan judul **“Pengaruh Penggunaan Pulsed Secondary Air Injection System (PAIR) Terhadap Emisi Gas Buang Karbon Monoksida (CO) Dan Hidro Karbon (HC) Pada Sepeda Motor SUZUKI SATRIA FU 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, 7 Februari 2018

Saya yang menyatakan,



Ade Kurniawan

NIM/TM. 16608/2010

ABSTRAK

Ade Kurniawan (2018) : Pengaruh Penggunaan *Pulsed Secondary Air Injection System (PAIR)* Terhadap Emisi Gas Buang Karbon Monoksida (CO) Dan HidroKarbon (HC) Pada Sepeda Motor SUZUKI SATRIA FU 150 cc.

Peningkatan jumlah penduduk yang terjadi diseluruh daerah di Indonesia mengakibatkan terjadinya peningkatan jumlah kendaraan bermotor khususnya jenis sepeda motor. Peningkatan jumlah kendaraan bermotor ini mengakibatkan terjadinya peningkatan polusi udara akibat emisi gas buang kendaraan, sehingga dilakukanlah berbagai upaya untuk meminimalisir kandungan emisi gas buang kendaraan. Salah satu upaya yang dilakukan adalah dengan memperkecil tingkat emisi gas buang kendaraan yaitu menambahkan sistem *PAIR* atau Tabung Induksi, karena system ini mampu menguraikan gas yang berbahaya menjadi lebih aman bagi lingkungan. Berdasarkan gejala tersebut maka dirumuskanlah sebuah permasalahan bagaimana Pengaruh Penggunaan *Pulsed Secondary Air Injection System (PAIR)* Terhadap Emisi Gas Buang Karbon Monoksida (CO) Dan HidroKarbon (HC) Pada Sepeda Motor Suzuki Satria FU 150 cc 150 cc.

Penelitian ini dilakukan pada tanggal 26 Juli-26 Agustus 2017, dengan menggunakan Sepeda Motor Suzuki Satria FU 150 cc dengan metode penelitian eksperimen. Proses pengujian kandungan emisi gas buang khususnya CO dan HC dilakukan pada putaran 1500 RPM, 2000 RPM, 2500 RPM, dengan menggunakan sistem *PAIR*, Tabung Induksi, dan Tidak memakai sistem sebagai sampelnya. Proses pengujian dilakukan sebanyak 3 kali pada setiap aspek pengujian.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanpa penggunaan system *PAIR* menghasilkan rata-rata CO dan HC setiap tingkatan putaran sebesar 4,137 % dan 260,9 % dan setelah diberi perlakuan dengan menggunakan sistem *PAIR* dan Tabung Induksi didapatkan rata-rata CO yang dihasilkan 3,480 % dan 3,702 % sedangkan rata-rata HC yang dihasilkan 203,7 % dan 203,2%. Berdasarkan analisa data CO dan HC menggunakan Sistem *PAIR* terjadi penurunan CO sebesar 0,158 % dan HC sebesar 0,219 %, Tabung Induksi terjadi penurunan CO sebesar 0,082 % dan HC terjadi sebesar 0,221 %. Dan analisa antara system *PAIR* dan Tabung Induksi mengalami peningkatan CO sebesar 0,063 % dan HC sebesar 0,002 % penurunan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pemakaian sistem *PAIR* adalah lebih layak, karena terjadi penurunan CO dan HC disetiap putaran mesin.

Kata Kunci : *PAIR (Pulsed Secondary Air Injection System)*, Tabung Induksi, Emisi Gas Buang.

KATA PENGANTAR

Innalhamdalillah, penulis bersyukur kepada Allah SWT karena atas kuasa dan izin-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan judul **“Pengaruh Penggunaan *Pulsed Secondary Air Injection System (PAIR)* Terhadap Emisi Gas Buang Karbon Monoksida (CO) Dan Hidro Karbon (HC) Pada Sepeda Motor SUZUKI SATRIA FU 150 cc”**. Skripsi ini merupakan salah satu persyaratan untuk menyelesaikan Program Strata Satu (S1) di Jurusan Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang. Salawat beriringkan salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Besar Muhammad SAW.

Tersusunnya skripsi ini juga tidak terlepas dari bantuan, dorongan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Drs. Martias, M.Pd selaku Ketua Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang dan juga merupakan Dosen pembimbing I yang membimbing dan memberikan masukan dalam penulisan skripsi ini.
2. Ibu Irma Yulia Basri, S.Pd, M.Eng selaku Dosen pembimbing II yang membimbing dan memberikan masukan dalam penulisan skripsi ini.
3. Bapak Donny Fernandez, S.Pd, M.Sc selaku Sekretaris Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
4. Bapak Drs. Hasan Maksum, M.T selaku Dosen Penasehat Akademik (PA).
5. Seluruh Dosen, Teknisi, dan Staf Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

6. Teristimewa untuk kedua orang tua dan keluarga besar, yang telah memberikan bantuan dan dukungan baik moral dan matrial dalam penulisan skripsi ini.
7. Seluruh sahabat rekan-rekan mahasiswa Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang dan teman-teman kost yang tidak pernah bosan dalam memberi semangat, dukungan, bertukar pikiran dan memberikan motifasi kepada penulis.

Semoga dorongan, bantuan, serta do'a yang telah diberikan kepada penulis mendapat pahala dan balasan dari Allah SWT. Dan disini penulis sangat menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga penulis sangat mengharapkan kritik serta saran yang bersifat membangun untuk kesempurnaan dalam penulisan skripsi ini. Dan akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak. Amin Ya Rabbal'alamin.

Padang, 7 Februari 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	7
C. Pembatasan Masalah	8
D. Rumusan Masalah	8
E. Tujuan Penelitian.....	9
F. Asumsi Penelitian.....	9
G. Manfaat Penelitian.....	9
BAB II KAJIAN TEORI	
A. Deskripsi Teori.....	11
1. Emisi Gas Buang.....	11
2. <i>PAIR (Pulsed Secondary air injection system)</i>	25
3. Tabung Induksi.....	30
B. Hubungan Antar Variabel	32
C. Penelitian yang Relevan	33
D. Kerangka Berfikir.....	34
E. Hipotesis.....	35
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
A. Desain Penelitian.....	36
B. Definisi Operasional dan Variable Penelitian	37
C. Objek Penelitian	39
D. Jenis dan Sumber Data	40

E. Instrument Pengumpulan Data	40
F. Prosedur Penelitian.....	40
G. Teknik Pengumpulan Data	42
H. Teknik Analisis Data	43

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian	48
B. Pembahasan.....	51
1. Emisi Gas Buang CO	52
2. Emisi Gas Buang HC	55
C. Keterbatasan Penelitian	57

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan.....	59
B. Saran.....	59

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Populasi Kendaraan di Indonesia tahun 2012-2013.....	2
Tabel 2. Baku Mutu Perbandingan Antara Euro 1, Euro 2 dan Euro 3.....	4
Tabel 3. Nilai Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Tipe Baru Kategori L	13
Tabel 4. Pengaruh Gas CO pada Hemoglobin (HB) didalam darah terhadap kesehatan manusia	16
Tabel 5. <i>AFR (Air Fuel Ratio)</i>	21
Tabel 6. Pola Penelitian.....	37
Tabel 7. Spesifikasi Objek Penelitian Sepeda Motor Suzuki Satria F 150 cc.....	39
Tabel 8. Pengujian Kandungan Emisi Gas Buang Menggunakan <i>PAIR (Pulsed Secondary Air Injection System)</i>	42
Tabel 9. Pengujian Kandungan Emisi Gas Buang tidak Menggunakan <i>PAIR (Pulsed Secondary Air Injection System)</i>	43
Tabel 10. Pengujian Kandungan Emisi Gas Buang Menggunakan Tabung Induksi	43
Tabel 11. Data Hasil Pengujian Kadar Gas CO dan HC Pada Emisi Gas Buang	48
Tabel 12. Analisis Data Hasil Pengujian Emisi Gas Buang CO Tidak Menggunakan Sistem <i>PAIR</i> dan Menggunakan Sistem <i>PAIR</i> Dengan Menggunakan Uji t	52
Tabel 13. Analisis Data Hasil Pengujian Emisi Gas Buang CO Tidak Menggunakan Sistem <i>PAIR</i> dan Menggunakan Sistem <i>PAIR</i> Dengan Menggunakan Persentase	52
Tabel 14. Analisis Data Hasil Pengujian Emisi Gas Buang CO Tidak Menggunakan Sistem <i>PAIR</i> dan Menggunakan Tabung Induksi Dengan Menggunakan Uji t.....	53

Tabel 15. Analisis Data Hasil Pengujian Emisi Gas Buang CO	
Tidak Menggunakan Sistem <i>PAIR</i> dan Menggunakan Tabung Induksi	
Dengan Menggunakan Persentase	53
Tabel 16. Analisis Data Hasil Pengujian Emisi Gas Buang CO	
Menggunakan Sistem <i>PAIR</i> dan Menggunakan Tabung Induksi	
Dengan Menggunakan Uji t.....	54
Tabel 17. Analisis Data Hasil Pengujian Emisi Gas Buang CO	
Menggunakan Sistem <i>PAIR</i> dan Menggunakan Tabung Induksi	
Dengan Menggunakan Persentase	54
Tabel 18. Analisis Data Hasil Pengujian Emisi Gas Buang HC	
Tidak Menggunakan Sistem <i>PAIR</i> dan Menggunakan	
Sistem <i>PAIR</i> Dengan Menggunakan Uji t	55
Tabel 19. Analisis Data Hasil Pengujian Emisi Gas Buang HC	
Tidak Menggunakan Sistem <i>PAIR</i> dan Menggunakan Sistem <i>PAIR</i>	
Dengan Menggunakan Persentase	55
Tabel 20. Analisis Data Hasil Pengujian Emisi Gas Buang HC	
Tidak Menggunakan Sistem <i>PAIR</i> dan Menggunakan Tabung Induksi	
Dengan Menggunakan Uji t.....	56
Tabel 21. Analisis Data Hasil Pengujian Emisi Gas Buang HC	
Tidak Menggunakan Sistem <i>PAIR</i> dan Menggunakan Tabung Induksi	
Dengan Menggunakan Persentase	56
Tabel 22. Analisis Data Hasil Pengujian Emisi Gas Buang HC	
Menggunakan Sistem <i>PAIR</i> dan Menggunakan Tabung Induksi	
Dengan Menggunakan Uji t.....	57
Tabel 23. Analisis Data Hasil Pengujian Emisi Gas Buang HC	
Menggunakan Sistem <i>PAIR</i> dan Menggunakan Tabung Induksi	
Dengan Menggunakan Persentase	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Komponen sistem <i>PAIR</i>	26
Gambar 2. Cara kerja <i>PAIR</i>	28
Gambar 3. Prinsip kerja <i>PAIR</i>	29
Gambar 4. Unit Tabung Induksi.....	30
Gambar 5. Unit Tabung Induksi.....	30
Gambar 6. Bagan Kerangka Berfikir	34
Gambar 7. Grafik kadar gas karbon monoksida (CO)	49
Gambar 8. Grafik kadar gas hidrokarbon (HC)	50

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN	Halaman
1. Surat izin penelitian.....	63
2. Surat izin penggunaan alat dan ruangan laboratorium	64
3. Surat perjanjian penggunaan alat dan ruangan laboratorium	65
4. Hasil pengukuran kadar emisi gas buang	66
5. Surat bukti penelitian.....	71
6. Perhitungan standar deviasi kadar gas CO dan HC pada emisi gas buang	72
7. Perhitungan uji t kadar gas CO dan HC pada emisi gas buang	84
8. Data observasi lapangan.....	124
9. Tabel distribusi	130
10. Dokumentasi penelitian.....	131

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Indonesia merupakan salah satu dari sekian banyak negara di dunia yang sedang mengalami perkembangan, tidak hanya dari segi ekonomi dan sosial akan tetapi dari segi teknologi dan industri serta kesejahteraan masyarakatnya. Perkembangan masyarakat tidak hanya terjadi di kota besar saja, melainkan juga terjadi dipedesaan. Dan dengan meningkatnya kesejahteraan masyarakat tersebut, maka terjadi peningkatan sarana transportasi sebagai mobilitas masyarakat dalam beraktivitas sehari-hari.

Menurut data Korps.Lantas Polri, “pada tahun 2013 jumlah sepeda motor di Indonesia mencapai 86 juta unit” yang telah mengalami peningkatan 11% dari tahun sebelumnya dengan jumlah sepeda motor sebanyak 77 juta unit. 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 dapat digunakan di berbagai medan jalan selain itu harganya juga terjangkau untuk dimiliki masyarakat terutama masyarakat kalangan menengah bawah.

Tabel 1. 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 (Truck, Pick-up)	4.723.000 Unit	5.156.000 Unit	9%
Jumlah	94.299.000 Unit	104.211.000 Unit	11%

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

Sepeda motor yang digunakan oleh masyarakat pada umumnya menggunakan bahan bakar fosil sebagai bahan bakar utama. Dan dengan semakin meningkatnya tingkat pemakaian kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar fosil dapat berakibat pada peningkatan pencemaran lingkungan hidup. 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”. Menurut data Kementrian Lingkungan Hidup (2013), yang menyebutkan bahwa “70% pencemaran udara di kota-kota besar disebabkan oleh emisi gas buang kendaraan bermotor”.

Dari penjelasan tersebut dapat diartikan bahwa pencemaran udara banyak disebabkan oleh kendaraan bermotor daripada yang disebabkan oleh industri pabrik dan industri rumah tangga. Emisi gas buang pada kendaraan bermotor menghasilkan berbagai macam gas. Gas sisa pembakaran tersebut ada yang beracun dan ada juga yang tidak beracun. Gas buang mengandung

unsur-unsur CO, NO₂, HC, C, H₂, CO₂, H₂O dan N₂. Gas yang tidak beracun adalah N₂ (nitrogen), CO₂ (karbon dioksida), dan H₂O (uap air). Sedangkan gas yang beracun adalah CO (karbon monoksida), HC (hidro karbon) dan NO_x (Nitrogen Oksida). Dari gas yang beracun tersebut, CO memiliki persentase yang paling besar yaitu 60%.

Menurut Srikandi (1992: 93) menyatakan, “Sumber polusi yang utama berasal dari sektor transportasi, dimana hampir 60% dari polutan yang dihasilkan terdiri dari Karbon Monoksida (CO) dan sekitar 15% terdiri dari Hidrokarbon (HC)”. Polusi dari kendaraan bermotor ini dapat menimbulkan dampak negatif, baik terhadap kesehatan manusia maupun lingkungan. Menurut Srikandi (1995) “Gas karbon monoksida dapat menyebabkan kepala pusing, mual, mata berkunang-kunang, kesukaran bernafas, pingsan, dan bahkan kematian”. Bahkan dalam beberapa kasus emisi gas buang kendaraan bermotor dapat menurunkan *intellegent Question (IQ)* pada anak-anak. Selain itu kandungan karbon dioksida (CO₂) pada emisi gas buang kendaraan bermotor dapat mengakibatkan pemanasan global (*Global Warming*).

Pemerintah telah mewajibkan produsen kendaraan bermotor menggunakan standar EURO 3 untuk kendaraan roda dua yang berlaku mulai 1 Agustus 2013, perbaikan dari segi teknologi tersebut diharapkan dapat berkontribusi terhadap penurunan polusi udara yang disebabkan emisi gas buang kendaraan.

Tabel 2. Baku Mutu Perbandingan Antara Euro 1, Euro 2 dan Euro 3

Euro 1	CO (g/km)	HC (g/km)	NOx (g/km)
2 Stroke	8	4	0,1
4 Stroke	13	3	0,3
Euro 2			
< 150 cc	5,5	1,2	0,3
>150 cc	5,5	1,0	0,3
Euro 3			
< 150 cc	2,0	0,8	0,15
>150 cc	2,0	0,3	0,15

Sumber: T.Randa (2014)

Tetapi dari hasil pengujian *Kementrian Negara Lingkungan Hidup* pada tahun 2013 menunjukkan, jika dibandingkan dengan baku mutu gas buang kendaraan bermotor tipe baru yang diatur dalam Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 04 Tahun 2009 tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Tipe Baru menunjukkan masih terdapat emisi gas CO berada diatas baku mutu emisi gas buang yang ditetapkan.

Oleh karena itu, berbagai cara atau metode dilakukan di dunia otomotif, mulai dari aspek penghematan bahan bakar dan menekan emisi gas buang serta merubah sistem konvensional ke sistem elektronik seperti *Electronic Fuel Injection (EFI)* dan *Programmed Fuel Injection (PGM-FI)*. Selain itu untuk mereduksi tingkat emisi gas buang kendaraan bermotor juga bisa dengan menambahkan SASS (*Secondary Air System Supply*) pada sepeda motor Honda, AIS (*Air induction system*) pada sepeda Yamaha, HSAS (*High Performance Secondary Air System*) Kawasaki, PAIR (*Pulsed Secondary Air Injection System*) pada Suzuki.

Suzuki Satria F 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. Sedangkan sepeda motor dengan sistem bahan bakar konvensional akan mengkonsumsi bahan bakar yang cenderung boros dan juga emisi gas buang yang dihasilkan juga cenderung tinggi. Oleh sebab itu, diperlukan suatu perlakuan pada sepeda motor yang menggunakan sistem bahan bakar konvensional (*karburator*) untuk dapat mengurangi dampak negatif dari emisi gas buang, sekaligus ikut membantu mensukseskan program langit biru yang dicanangkan oleh pemerintah sejak tahun 1996.

Pulsed Secondary Air Injection System atau yang disingkat dengan *PAIR* ini berfungsi untuk mensuplai udara bersih yang telah disaring dalam saringan udara (*air filter*) menuju saluran buang (*exhaust manifold*) untuk membakar gas buang yang tidak terbakar di ruang bakar, sehingga emisi gas buang yang berupa Carbon Monoksida (CO) dan Hidro Carbon (HC) yang keluar dapat dikurangi. Aliran udara yang mengalir pada sistem ini diatur oleh *Vacuum Reed Valve* yang terletak di atas kepala selinder sepeda motor Suzuki Satria F atau yang terletak didalam sistem *PAIR* itu sendiri.

Namun pada kenyataannya yang terjadi di lapangan, kebanyakan masyarakat pada umumnya sering melepaskan sistem *PAIR* ini dengan alasan sepeda motornya sering terjadi ledakan sekali-kali atau gejala menembakkan pada saluran gas buang. Seperti pada lampiran data observasi yang peneliti lakukan, peneliti mendapatkan keterangan dari pihak bengkel

bahwasanya memang kebanyakan sistem *PAIR* jika terjadi masalah akan dinonaktifkan dengan cara melepas atau menyumbat selang yang terhubung pada sistem *PAIR* ini. Selain itu ada juga yang sengaja melepaskan sistem *PAIR* pada kendaraan, terutama di kalangan remaja. Ada dari beberapa mereka mengatakan bahwa dengan melepaskan dapat menambah performa mesin dan mengurangi banyaknya selang yang ada di atas selinder sehingga tampak rapi. Padahal kenyataannya dapat menimbulkan semakin besarnya tingkat emisi gas buang yang dihasilkan oleh kendaraan tersebut. Dari beberapa pertanyaan yang peneliti lakukan, peneliti tidak satupun yang menemukan bengkel ataupun pengguna kendaraan bermotor yang mengetahui fungsi dari sistem *PAIR* ini.

Berdasarkan penjelasan pada latar belakang diatas, maka diperlukan suatu penelitian untuk melihat seberapa besar pengaruh penggunaan *PAIR* terhadap emisi gas buang pada kendaraan jenis sepeda motor. Karena penggunaan *PAIR* diasumsikan dapat menurunkan kadar emisi gas buang pada kendaraan. Penelitian yang akan dilakukan nantinya, akan mengungkapkan berapa emisi gas buang yang dihasilkan khususnya Carbon Monoksida (CO) dan Hidro Carbon (HC) pada sepeda motor yang menggunakan dan yang tidak menggunakan *PAIR*, serta mengungkapkan seberapa besar pengaruh penggunaan *PAIR* terhadap kandungan emisi gas buang pada sepeda motor.

Terkait penelitian yang akan penulis laksanakan, maka tidak terlepas dari kompetensi keahlian yang penulis kuasai yaitu Teknik Kendaraan Ringan

(TKR) khususnya pada mata diklat Polusi dan Lingkungan, Kimia Teknik, dan Motor Bensin.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan di atas maka ditemukan beberapa permasalahan. Untuk itu diperlukan suatu identifikasi terhadap permasalahan yang sudah ada tersebut, sebagai berikut :

1. Emisi gas buang dari kendaraan bermotor dapat mengakibatkan gangguan kesehatan bagi manusia dan makhluk hidup lainnya, dan juga dapat menurunkan kualitas pada lingkungan hidup, serta dapat menyebabkan terjadinya pemanasan global (*Global Warming*) yang nantinya akan berdampak pada kenaikan permukaan air laut akibat pencairan es yang ada di kutup dan perubahan iklim yang tidak beraturan sehingga dapat menimbulkan kekeringan ataupun banjir yang akan mengganggu persediaan pangan, sedangkan untuk kebutuhan akan transportasi semakin meningkat.
2. Meningkatnya pencemaran lingkungan terutama pada pencemaran udara dari emisi gas buang yang dihasilkan kendaraan bermotor yang disebabkan karena semakin meningkatnya jumlah dari kendaraan bermotor itu sendiri, sedangkan lingkungan (udara) merupakan tempat tinggal manusia dan makhluk hidup lainnya yang tidak bisa dipisahkan dan yang seharusnya dijaga kebersihannya.

3. Pada umumnya jenis kendaraan sepeda motor yang masih menggunakan sistem bahan bakar konvensional cenderung menghasilkan emisi gas buang yang tinggi.
4. *Pulsed Secondary Air Injection System (PAIR)* yang sering digunakan dari sepeda motor Suzuki Satria F 150 cc sangat dibutuhkan pada sepeda motor jenis ini, namun sering terjadi pada masyarakat kita justru melepaskan komponen ini dengan alasan sering terjadinya ledakan pada sepeda motor. Artinya, apa dampak jika Sistem *Pulsed Secondary Air Injection System (PAIR)* ini dilepaskan ?

C. Pembatasan Masalah

Agar penelitian yang dilakukan dapat mengarah tepat pada sasaran dan tidak menyimpang dari tujuan penelitian, maka penelitian ini dibatasi hanya pada pengaruh penggunaan *Pulsed Secondary Air Injection System (PAIR)* terhadap emisi gas buang karbon monoksida (CO) dan hidro karbon (HC) pada sepeda motor Suzuki Satria F 150 cc.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, identifikasi masalah, dan batasan masalah di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah, bagaimana pengaruh penggunaan *Pulsed Secondary Air Injection System (PAIR)* terhadap emisi gas buang karbon monoksida (CO) dan hidro karbon (HC) pada sepeda motor Suzuki Satria F 150 cc ?

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah agar dapat mengetahui seberapa besar pengaruh dari penggunaan *Pulsed Secondary Air Injection System (PAIR)* terhadap emisi gas buang karbon monoksida (CO) dan hidro karbon (HC) pada sepeda motor Suzuki Satria F 150 cc.

F. Asumsi Penelitian

1. Objek yang digunakan pada penelitian ini adalah sepeda motor Suzuki Satria F 150 cc dengan kondisi *standart*.
2. Alat ukur yang dipergunakan adalah alat ukur yang telah distandarkan dan dalam kondisi baik serta layak untuk digunakan.
3. Bahan bakar yang digunakan untuk setiap perlakuan pada penelitian adalah premium.
4. Temperatur mesin untuk setiap perlakuan pada penelitian ini diasumsikan pada temperatur kerja mesin yaitu 80⁰ C.

G. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini, adalah :

1. Bagi peneliti, digunakan sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan perkuliahan untuk mendapatkan gelar strata satu (S1) Pada Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif, Jurusan Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang.
2. Bagi mahasiswa, dapat digunakan sebagai masukan atau referensi untuk proyek penelitian selanjutnya.

3. Bagi masyarakat, dapat digunakan sebagai alternatif untuk mengurangi emisi gas buang kendaraan bermotor berbahan bakar fosil secara efektif dan efisien, juga sebagai wacana untuk meningkatkan wawasan dan sebagai informasi kepada pengguna kendaraan yang menggunakan *Pulsed Secondary Air Injection System (PAIR)* terutama di sepeda motor Suzuki Satria F 150 cc agar tidak sembarangan melepaskan atau menyumbat saluran *Pulsed Secondary Air Injection System (PAIR)* yang berakibat memperbesar emisi gas buang pada sepeda motor tersebut.

BAB II KAJIAN TEORI

A. Deskripsi Teori

1. Emisi Gas Buang

a. Pengertian Emisi Gas Buang

Menurut Suyanto (1989: 345) “Emisi gas buang merupakan polutan yang mengotori udara yang dihasilkan oleh gas buang kendaraan.” Gas buang kendaraan yang dimaksudkan di sini adalah gas sisa proses pembakaran yang dibuang ke udara bebas melalui saluran buang kendaraan. Menurut D Richard C. Flagan (1988: 1) dalam Randa (2014) 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.”

Dari kutipan diatas dapat diambil kesimpulan bahwa emisi gas buang itu sendiri adalah segala sesuatu yang timbul karena adanya aktifitas manusia terutama pada pemakaian kendaraan bermotor, yang dapat menyebabkan naiknya tingkat polusi udara. Emisi gas buang yang berlebihan dapat memberikan dampak negatif pada makhluk hidup maupun ekosistem lingkungan.

Menurut Setyowidagdo (2000) yang dikutip oleh Heri Purnomo (2013) dalam Fakchry “Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan ternyata 70% dari total emisi yang dibuang ke udara

berasal dari gas buang kendaraan bermotor”. Dikutip dari Wardhana (2004: 31) “Udara di daerah perkotaan yang banyak mempunyai kegiatan industri dan teknologi serta lalu lintas yang padat, udaranya relatif tidak bersih lagi”.

Dari kutipan di atas dapat disimpulkan bahwa pencemaran udara lebih banyak dihasilkan di daerah padat penduduk atau perkotaan dikarenakan di perkotaan banyak mempunyai kegiatan diantaranya kegiatan industri dan lalu lintas. Namun total terbanyak yang menghasilkan emisi gas buang adalah sarana transportasi yaitu sebanyak 70% yang dilepaskan ke udara. sehingga gas buang yang dihasilkan oleh sisa pembakaran kendaraan bermotor saat ini perlu mendapat perhatian khusus, karena selain mencemari udara juga sangat berbahaya bagi kesehatan manusia, terutama dari sepeda motor yang jumlahnya sangat banyak.

Dan untuk peraturan mengenai nilai ambang batas emisi gas buang kendaraan bermotor di Indonesia tertuang dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 04 Tahun 2009 tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Tipe Baru dan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2006 tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama.

Tabel 3. Nilai Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Tipe Baru Kategori L.

No	Kategori	Parameter	Nilai Ambang Batas gram/km	Metode Uji
1	L1	CO HC + NO _x	1.0 1.2	ECE R 47
2	L2	CO HC + NO _x	3.5 1.2	ECE R 47
3	L3 < 150 cm ³	CO HC NO _x	5.5 1.2 0.3	ECE R 40
4	L3 ≥ 150 cm ³	CO HC NO _x	5.5 1.0 0.3	ECE R 40
5	L4 dan L5 motor bakar cetus api	CO HC NO _x	7.0 1.5 0.4	ECE R 40
6	L4 dan L5 motor bakar penyalan kompresi	CO HC NO _x	2.0 1.0 0.65	ECE R 40

Sumber: Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No 04 Tahun 2009

Keterangan :

L1 : Kendaraan bermotor roda 2 dengan kapasitas silinder mesin tidak lebih dari 50 cm³ dan dengan desain kecepatan maksimum tidak lebih dari 50 km/jam apapun jenis tenaga penggerakannya

L2 : Kendaraan bermotor beroda 3 dengan susunan roda sembarang dengan kapasitas silinder mesin tidak lebih dari 50 cm³ dan dengan desain kecepatan maksimum tidak lebih dari 50 km/jam apapun jenis tenaga penggerakannya

L3 : Kendaraan bermotor beroda 2 dengan kapasitas silinder lebih

dari 50 cm^3 atau dengan desain kecepatan maksimum lebih dari 50 km/jam apapun jenis tenaga penggerakannya

L4 : Kendaraan bermotor beroda 3 dengan susunan roda asimetris dengan kapasitas silinder mesin lebih dari 50 cm^3 atau dengan desain kecepatan maksimum lebih dari 50 km/jam apapun jenis tenaga penggerakannya (sepeda motor dengan kereta)

L5 : Kendaraan bermotor beroda 3 dengan susunan roda simetris dengan kapasitas silinder mesin lebih dari 50 cm^3 atau dengan desain kecepatan maksimum lebih dari 50 km/jam apapun jenis tenaga penggerakannya.

Adapun penjelasan mengenai kandungan emisi gas buang yang akan diteliti tersebut adalah sebagai berikut:

1) Emisi Karbon Monoksida (CO)

Menurut Wardhana (2004: 41) mengatakan :

“Karbon monoksida (CO) adalah suatu gas yang tak berwarna, tidak berbau dan juga tidak berasa. Dan secara umum terbentuk gas CO ini adalah melalui beberapa proses, yaitu :

- a. Pembakaran bahan bakar fosil dengan udara yang reaksinya tidak stoikiometris adalah pada harga ER (*Equivalent Ratio*) > 1
- b. Pada suhu tinggi terjadi reaksi antara karbon dioksida (CO_2) dengan karbon (C) yang menghasilkan gas CO.
- c. Pada suhu tinggi, CO_2 dapat terurai kembali menjadi CO dan oksigen.

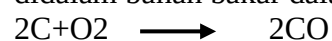
Pada pembakaran dengan harga $\text{ER} > 1$, bahan bakar yang digunakan lebih banyak dari udara.”

Menurut Srikandi (1992: 94), “Karbon Monoksida (CO) adalah suatu komponen yang tidak berwarna, tidak berbau dan tidak mempunyai rasa dan sangat berbahaya. Komponen ini mempunyai berat sebesar 96,5% dari berat air dan tidak larut dalam air”.

Menurut Marthur (1980: 620) “Karbon Monoksida merupakan hasil dari pembakaran yang tidak lengkap karena jumlah udara yang tidak cukup pada campuran bahan bakar dan tidak cukupnya waktu pada siklus untuk menyelesaikan pembakaran”.

Menurut Suyanto (1989: 345) bahwa :

“Karbon Monoksida (CO) tercipta dari bahan bakar yang terbakar sebagian akibat pembakaran yang tidak sempurna ataupun campuran bahan bakar dan udara yang terlalu kaya/gemuk (kekurangan oksigen). Unsur Karbon didalam bahan bakar dalam suatu proses sebagai berikut:



CO yang di keluarkan dari sisa hasil pembakaran banyak dipengaruhi oleh perbandingan campuran bahan bakar dan udara yang dihisap oleh mesin.”

Dari beberapa kutipan di atas dapat di pahami bahwasanya CO merupakan produk akhir dari sisa pembakaran yang tidak sempurna karena bahan bakar dan udara tidak tercampur rata dan siklus pembakaran juga tidak mencukupi, sehingga pencampuran tadi menghasilkan beberapa tempat atau area yang kekurangan oksigen. Semakin rendah perbandingan udara dengan bahan bakar, semakin tinggi jumlah karbon monoksida

yang dihasilkan.

Toyota Step 2 (1993: 2) menyebutkan bahwa :

“Beberapa efek buruk yang ditimbulkan oleh gas CO pada manusia adalah :

- 1) Akan bercampur dengan haemoglobin yang terdapat dalam darah menjadi cabon monoksida haemoglobin (CO-Hb).
- 2) Dengan bertambahnya CO-Hb, maka fungsi pengaliran oksigen dalam darah akan terhalang.
- 3) Di dalam darah bila terdapat CO-Hb 5% (dalam udara CO 40 ppm) maka akan menimbulkan keracunan dalam darah.”

Pengaruh gas CO dalam darah dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. Pengaruh Gas CO pada Hemoglobin (HB) didalam darah terhadap kesehatan manusia

Konsentrasi COHB dalam darah (%)	Pengaruh terhadap kesehatan
< 1.0	Tidak berpengaruh
1.0 – 2.0	Penampilan/sikap tidak normal
2.0 – 5.0	Pengaruh terhadap system syaraf sentral, penglihatan kabur
5.0	Perubahan fungsi jantung dan pulmonary
10.0 – 80.0	Kepala pusing, mual, berkunang-kunang

Sumber: Srikandi (1992: 100)

Hemoglobin (Hb) + Oksigen (O₂) ➔ Oksihemoglobin (O₂Hb).

Hemoglobin (Hb) + Karbon monoksida (CO) ➔ karboksihemoglobin (O₂Hb).

Menurut Srikandi (1992: 99) “Faktor penting yang menentukan pengaruh CO terhadap tubuh manusia adalah konsentrasi COHb yang terdapat di dalam darah, dimana semakin tinggi persentase hemoglobin yang terikat dalam bentuk COHb, semakin parah pengaruhnya terhadap kesehatan manusia.”

Menurut Wardhana (2004: 115-116) mengatakan bahwa “Ikatan karbon monoksida dengan darah (COHb) jauh lebih stabil dari pada ikatan oksigen dengan darah (O₂Hb). Kestabilan (COHb) kira-kira 140 kali kestabilan (O₂Hb)”.

Dari penjelasan diatas menjelaskan bahwa keadaan seperti itu dapat menyebabkan darah menjadi lebih mudah menangkap gas CO dari pada O₂ dan akan menyebabkan fungsi vital darah sebagai pengangkut oksigen menjadi terganggu.

2) Emisi Hidrokarbon (HC)

Hidrokarbon sesuai dengan yang dikutip dari Wardhana (2004: 51) menyatakan “Hidrokarbon (HC) adalah pencemar udara yang dapat berupa gas, cairan atau padatan”. Menurut Srikandi (1992: 113) menyatakan bahwa “Hidrokarbon merupakan polutan udara primer karena dilepas ke udara secara langsung”.

Dikutip dari Srikandi (1992: 115) menyatakan bahwa, “Hidrokarbon yang diproduksi oleh manusia yang terbanyak

berasal dari transportasi, sedangkan sumber lain misalnya dari pembakaran gas, minyak, arang dan kayu, proses-proses industri, pembuangan sampah, kebakaran hutan, dan lain sebagainya”. Sedangkan menurut Wardhana (2004: 54) menyatakan. “Hidrokarbon terbentuk dari campuran bahan bakar yang tidak tercampur rata pada saat pembakaran, sehingga tidak bereaksi dengan oksigen, maka ini akan ikut keluar dengan gas buangan hasil pembakaran dan menjadi bahan pencemar udara”.

Sedangkan menurut Nugraha (2007) menyebutkan bahwa:

- “Beberapa timbulnya HC secara umum diantaranya:
- a. Api yang dihasilkan busi pada ruang pembakaran bergerak sangat cepat tetapi temperatur di sekitar dinding ruang bakar rendah. Hal ini mengakibatkan campuran bahan bakar dan udara di daerah yang bertemperatur rendah tersebut gagal terbakar (quenching zone). Campuran bahan bakar yang tidak terbakar tersebut kemudian terdorong keluar oleh torak menuju ke saluran buang.
 - b. Pada saat deselerasi, katup gas (throttle valve/skep) menutup sehingga serta terjadi engine brake padahal putaran mesin masih tinggi. Hal ini akan menyebabkan adanya hisapan bahan bakar secara besar-besaran, campuran menjadi sangat kaya dan banyak bahan bakar yang tidak terbakar terbuang. (pada sistem bahan bakar karburator)
 - c. Langkah overlapping (katup masuk dan buang bersama-sama terbuka) terlalu panjang sehingga HC berfungsi sebagai gas pembilas/pembersih (terjadi khususnya pada putaran rendah, sistem bahan bakar karburator).”

Sedangkan dampak pencemar Hidrokarbon (HC) terhadap kesehatan ini dinyatakan oleh Wardhana (2004 :125) bahwa:

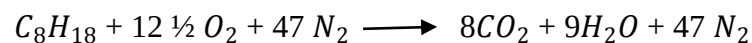
“Sebenarnya HC dalam jumlah sedikit tidak begitu membahayakan kesehatan manusia, walaupun HC juga bersifat toksik. Namun kalau HC berada di udara dalam jumlah banyak dan tercampur dengan bahan pencemar lain maka sifat toksiknya akan meningkat. Sifat toksin HC akan lebih tinggi kalau berupa bahan pencemar 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 merangsang terbentuknya sel-sel kanker apabila terhisap masuk ke paru-paru”.

b. Faktor yang Mempengaruhi Emisi Gas Buang

Faktor yang mempengaruhi kandungan emisi gas buang yang dihasilkan pada motor bensin, diantaranya:

- 1) Perbandingan Campuran Udara dan Bahan Bakar (*Air Fuel Ratio*).

Nugraha (2007) menjelaskan bahwa, “Pembakaran di dalam silinder merupakan reaksi kimia antara unsur yang terkandung di dalam campuran bahan bakar dan udara, perbandingan campuran yang ideal adalah sebesar 1 (C_8H_{18}) : 14,7 (O_2) dalam satuan berat”.



Reaksi di atas adalah reaksi pembakaran yang terjadi secara sempurna meskipun masih terdapat polutan yaitu karbon dioksida (CO).

Menurut Sudibyo (2009), bahwa “Apabila emisi HC tinggi, menunjukkan ada 3 kemungkinan penyebabnya yaitu CC (*Catalytic Converter*) yang tidak berfungsi, AFR (*Air-to-Fuel*-

Ratio) yang tidak tepat (terlalu kaya) atau bensin tidak terbakar dengan sempurna di ruang bakar.” Untuk memperoleh pembakaran sempurna, bahan bakar harus dicampur dengan udara dengan perbandingan tertentu. Perbandingan udara bahan bakar ini disebut dengan *Air Fuel Ratio* (AFR). Angka ideal dari AFR menurut Santy dan Srikandi (2011) mengatakan “Untuk teoritis pembakaran sempurna didapat dengan perbandingan campuran bahan bakar dan udara (AFR) adalah 14,7:1 dan sering disebut dengan *Stoichiometry* atau juga sering disebut dengan $\Lambda=1$ ”.

Menurut Sudibyo (2009) bahwa “Apabila AFR berada dekat atau tepat pada titik ideal (AFR 14,7: 1 atau $\Lambda = 1.00$) maka emisi CO tidak akan lebih dari 1% pada mesin dengan sistem injeksi atau 2.5% pada mesin dengan karburator”. Selanjutnya Sudibyo (2009), mengatakan “Apabila AFR sedikit saja lebih kaya dari angka idealnya maka emisi CO akan naik secara drastis.”

Dari keterangan di atas menunjukan gejala bahwa AFR yang tidak tepat atau terjadi misfire. Dimana AFR idealnya adalah $\Lambda = 1.00$ dengan perbandingan campuran bahan bakarnya 14,7:1. AFR yang terlalu kaya akan menyebabkan emisi HC menjadi tinggi. Ini biasa disebabkan antara lain karena kebocoran fuel pressure regulator, setelan karburator tidak tepat,

filter udara yang tersumbat, sensor temperature mesin yang tidak normal dan sebagainya yang dapat membuat *AFR* terlalu kaya. *AFR* yang terlalu kaya juga akan membuat emisi CO menjadi tinggi dan bahkan menyebabkan outlet dari CC (*Catalytic Converter*) mengalami overheat, tetapi CO dan HC yang tinggi juga bisa disebabkan oleh rembesnya pelumas ke ruang bakar.

Suatu campuran dikatakan kurus jika pada campuran tersebut udaranya berlebihan. Sebagian Oksigen tidak ikut bereaksi dan akan keluar dari silinder. Peristiwa ini juga menyebabkan kerugian tenaga, dan apabila campuran terlalu kurus kendaraan akan menjadi panas.

Tabel 5. *AFR (Air Fuel Ratio)*.

AFR terlalu kurus	a. Tenaga mesin menjadi sangat lemah b. Sering menimbulkan detonasi c. Mesin cepat panas d. Sering terjadi misfire e. Membuat kerusakan pada silinder ruang bakar
AFR Kurus	a. Tenaga mesin berkurang b. Terkadang terjadi detonasi c. Konsumsi bensin irit
AFR Ideal	a. Kondisi paling ideal
AFR Kaya	a. Bensin agak boros b. Mesin lebih bertenaga c. Tidak terjadi detonasi
AFR Terlalu Kaya	a. Bensin sangat boros b. Asap knalpot berwarna hitam c. Asap pedih dimata d. Sering terjadi misfire e. Terjadi penumpukan kerak diruang bakar

Sumber: *Abdillah Nur Zaied, (2014)*

2) *Timing* Pengapian

Pembakaran di dalam silinder kendaraan akan menentukan besarnya daya dan emisi dari hasil pembakaran tersebut. Pada motor bensin, penyalan campuran bahan bakar dan udara yang ada di dalam silinder dilakukan oleh system pengapian, yaitu dengan adanya loncatan bunga api pada busi. Terjadinya loncatan api ini sekitar beberapa derajat sebelum TMA piston, pada saat akhir langkah kompresi terjadi, dimana campuran udara dan bahan bakar sudah menjadi kabut.

Menurut Gunadi (2010) mengatakan, “Waktu pengapian yang tidak tepat megakibatkan pembakaran menjadi tidak sempurna sehingga akan menyebabkan kecendrungan emisi gas buang yang dihasilkan menjadi tinggi”.

Menurut Sudibyo (2009), mengatakan bahwa “Pada mobil yang masih menggunakan karburator, penyebab *misfire* antara lain adalah kabel busi yang tidak baik, timing pengapian yang terlalu mundur, kebocoran udara disekitar *intake manifold* atau mechanical problem yang menyebabkan angka kompresi mesin rendah.”

Selanjutnya Gunadi (2010) juga mengatakan, “Perubahan Timing pengapian akan mempengaruhi kandungan emisi yang dihasilkan. Untuk bahan bakar bensin, memundurkan pengapian

akan berdampak pada menurunnya emis gas buang. Ketika pengapian dimajukan, maka HC akan meningkat drastis”.

3) *Deceleration Engine*

Pada engine yang menggunakan karburator, saat deselerasi katup gas (*throttle valve*) menutup tetapi putaran engine masih tinggi sehingga akan menyebabkan adanya hisapan bahan bakar secara besar-besaran, campuran akan menjadi sangat kaya dan bahan bakar banyak yang tidak terbakar sehingga emisi yang dikeluarkan menjadi tinggi.

Menurut Nugraha (2007) mengatakan bahwa:

“Pada saat deselerasi, katup gas (*throttle valve/skep*) menutup sehingga serta terjadi engine brake padahal putaran mesin masih tinggi. Hal ini akan menyebabkan adanya hisapan bahan bakar secara besar-besaran, campuran menjadi sangat kaya dan banyak bahan bakar yang tidak terbakar terbang. (pada sistem bahan bakar karburator)”.

Sedangkan menurut Sudibyo (2009) menyebutkan bahwa:

“Ada beberapa penyebab emisi gas buang menjadi tinggi, seperti: (a) *Idle speed* terlalu rendah, (b) *Air filter* kotor, (c) Pelumasan mesin yang terlalu kotor, (d) Busi yang sudah rusak, (e) Kabel busi yang rusak, (f) Kebocoran pada saluran intake, (g) Tingginya deposit kerak di ruang bakar. (h) *Idle jet* bermasalah.”

Untuk melihat kualitas bahan bakar dapat dilihat melalui angka oktan bahan bakar tersebut. Angka oktan atau disebut juga dengan bilangan oktan adalah suatu bilangan yang menunjukkan kemampuan bertahan bahan bakar terhadap detonasi. Semakin besar angka oktan maka makin tinggi

kemampuan bahan bakar bertahan terhadap detonasi dan semakin kecil angka oktan maka kemampuan bahan bakar terhadap detonasi juga rendah sehingga pembakaran akan terjadi tidak sempurna.

4) Detonasi/*Knocking*/ketukan/*noise*

Menurut Bonnick (2008: 185) dalam Fakchry (2014) 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”.

Detonasi merupakan gelombang kejut yang menimbulkan suara ketukan pada mesin yang dihasilkan dari proses pembakaran yang ditandai dengan hilangnya performa mesin dan adanya suara ketukan tersebut. Ketukan ini terjadi setelah percikan bunga api pada busi yang disebabkan oleh tingginya tekanan dan temperatur sehingga sebaran api tidak merata.

5) Pengaruh Putaran Mesin.

Menurut marlok (1992) dalam 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_2 dimana semakin tinggi kecepatan kendaraan yang digunakan pada suatu kendaraan bermotor maka jumlah NO_2 yang dikeluarkan semakin besar”

Menurut 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”.

Dari definisi di atas dapat disimpulkan bahwa putaran mesin disini sangat berpengaruh dalam besar kecilnya emisi gas buang. Dimana jika putaran mesin semakin tinggi maka kecepatan kendaraan juga menjadi semakin cepat sehingga jumlah HC dan CO yang dikeluarkanpun semakin kecil, begitu dengan sebaliknya.

2. PAIR (*Pulsed secondary Air Injection System*)

a. Pengertian dan Fungsi PAIR (*Pulsed secondary Air Injection System*)

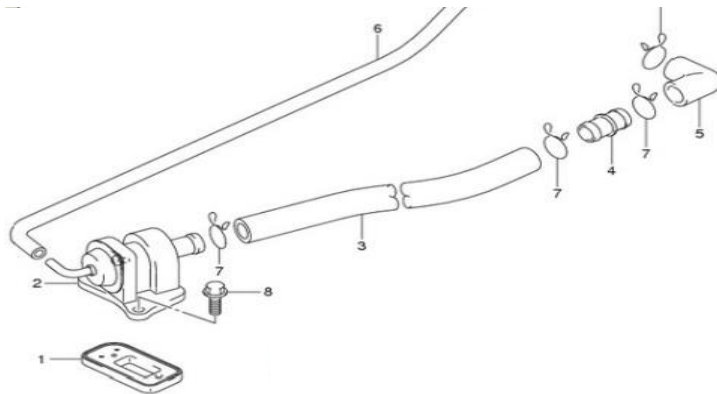
Menurut Wiharna, dkk (2012: 90) yang menjelaskan bahwa “Sistem PAIR memungkinkan induksi udara segar ke *exhaust port*”.

Dari kutipan di atas dapat dipahami bahwa sistem PAIR ini adalah suatu sistem yang berfungsi mensuplai udara bersih (O_2) yang telah disaring menuju saluran buang (*exhaust port*) guna membakar gas buang yang tidak terbakar di ruang bakar sehingga

dapat mengurangi emisi gas beracun menjadi gas yang tidak berbahaya bagi lingkungan hidup.

b. Komponen-komponen PAIR (*Pulsed secondary Air Injection System*).

Menurut Wiharna, dkk (2012: 90) menyebutkan “Ada beberapa komponen yang digunakan pada sistem PAIR yaitu: *vacum valve*, *vacum reed valve*, selang *vacum*, dan selang saluran udara bersih.”



Gambar 1. Komponen sistem PAIR
Sumber: warungdohc.com (diakses 28 Sseptember 2015)

- 1) *Vacum reed valve* berfungsi untuk membuka saluran udara dari *vacum valve* ke *exhaust manifold* sesuai ke-vakuman *exhaust manifold*;
- 2) *Vacum valve* berfungsi untuk membuka atau menutup saluran udara dari *box* saringan udara ke *exhaust manifold*;
- 3) Saluran udara dari saringan udara berupa selang karet berukuran lebih besar dari selang *vacum*. Selang ini berfungsi untuk mengalirkan udara bersih dari *box air filter* ke *vacum valve*;

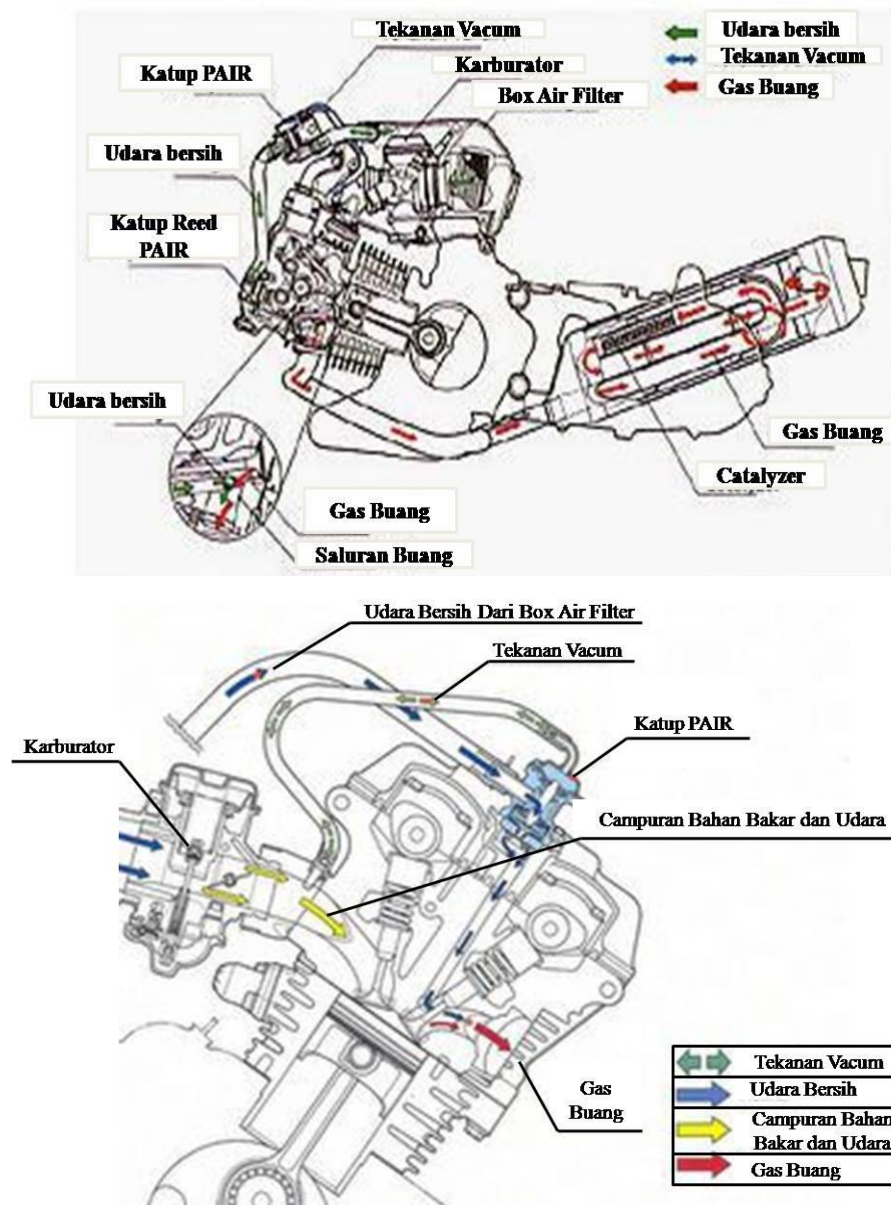
- 4) *Connector* selang berfungsi untuk menghubungkan selang karet berukuran besar ke selang yang berada di *box air filter*;
- 5) Selang *box air filter*;
- 6) Selang *vacum* ini berupa selang karet berukuran kecil yang berfungsi untuk menghisap *vacum valve*. Kondisi *vacum* didapat dari *intake manifold*;
- 7) Klem kawat berfungsi untuk menjepit selang karet.
- 8) Sekrup/baut.

c. Cara Kerja PAIR (*Pulsed secondary Air Injection System*).

Untuk cara kerja *PAIR* sangatlah sederhana, menurut Wiharna, dkk (2012: 91) bahwa:

“Ketika *engine* distarter/atau *engine* hidup dan terjadi kevakuman di *manifold*. Kemudian kevakuman tersebut diteruskan lewat slang kecil menuju *vacum valve*. Katup pada *vacum valve* akan terbuka dan memungkinkan udara segar mengalir dari kotak saringan udara ke *exhaust manifold*. Udara segar yang masuk kedalam *exhaust manifold* akan bereaksi dengan gas buang.”

Ketika *engine* mulai bekerja dan terjadi kevakuman pada saluran masuk (*intake manifold*) kevakuman tersebut akan digunakan untuk membuka *vacum valve* sehingga udara bersih (O₂) dari *box air filter* dapat mengalir ke *exhaust manifold* dan bereaksi dengan gas buang beracun yang nantinya akan dirubah menjadi gas yang tidak berbahaya untuk lingkungan. Perhatikan gambar 2 dan gambar 3.



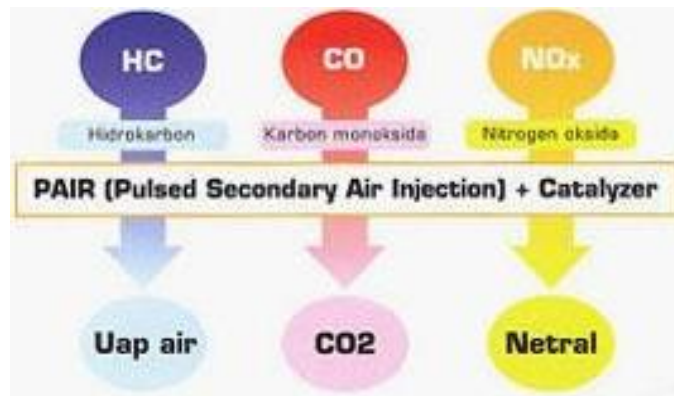
Gambar 2. Cara kerja PAIR
Sumber: Ono Wiharna, dkk (2012)

d. Prinsip kerja PAIR (*Pulsed secondary Air Injection System*).

Menurut Wiharna, dkk (2012: 90-91) mengatakan bahwa “Prinsip kerja sistem PAIR yaitu menguraikan gas hidrokarbon (HC) dan karbon monoksida (CO) yang berbahaya bagi lingkungan

menjadi uap air dan gas CO₂ yang lebih aman bagi lingkungan”.

Berikut gambar dari prinsip kerja *PAIR*.



Gambar 3. Prinsip kerja *PAIR*
Sumber: Wiharna, dkk (2012: 90-91)

Dari prinsip kerja di atas berarti sistem *PAIR* pada Suzuki Satria F 150 cc mempunyai misi ramah terhadap lingkungan. Dengan di induksikannya udara bersih ke dalam saluran buang (*exhaust port*) dapat membakar gas buang yang tidak terbakar di ruang bakar. Dengan demikian emisi gas beracun berupa Nitrogen Oksida (NOX) dan Hidrogen Karbon (HC) dapat dikurangi sehingga gas beracun tersebut berubah menjadi karbondioksida dan uap air yang tidak berbahaya untuk lingkungan hidup.

Efek yang terjadi jika seandainya *PAIR* ini dilepaskan sebenarnya tidak memberikan efek apapun terhadap mesin tapi kemungkinan besar menambah besar angka gas beracun berupa HC dan CO nya.

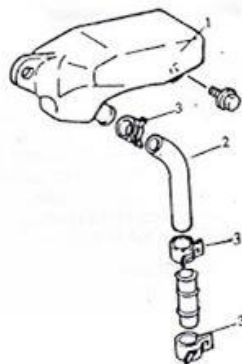
3. Tabung Induksi

a. Pengertian dan fungsi Tabung Induksi

Tabung Induksi dalah suatu alat tambahan dalam system pemasukan yang semula didesain untuk meningkatkan efisiensi pada mesin-mesin 2 langkah. *Tabung Induksi* ini merupakan sebuah penampung kecil yang dihubungkan dengan pipa atau selang ke *intake manifold*.



Gambar 4. Tabung Induksi
Sumber: SAE (Society of Automotive Engineering), Inc.



Keterangan:

1. Tabung induksi
2. Saluran/ pipa
3. Clamp pengunci

Gambar 5. Unit Tabung Induksi
Sumber: <http://google.com/yeis>

b. Prinsip kerja Tabung Induksi.

Prinsip kerja *Tabung Induksi* ini adalah menampung uap bahan bakar yang tersisa dari pencampuran antara bahan bakar dan udara kedalam sebuah tabung yang kemudian akan dikeluarkan pada saat mesin mengalami langkah hisap dan membutuhkan bahan bakar untuk pembakaran didalam ruang bakar pada mesin.

c. Cara Kerja Tabung Induksi Pada Motor 4 Langkah**1) Langkah Pertama**

Pada saat aliran bahan bakar dan udara tercampur di karburator, maka aliran bahan bakar dan udara akan dialirkan ke ruang bakar melalui *Intake Manifold*, disaat itu juga terjadi percabangan aliran bahan bakar yang mana aliran utama menuju ke ruang silinder dan setelah katup masuk menutup maka aliran sisa bahan bakar yang tidak masuk ke ruang silinder akan mengalir ke tabung *Tabung Induksi*.

2) Langkah Kedua

Pada langkah kedua cara kerja *Tabung Induksi* tetap sama seperti pada langkah pertama, yaitu sama-sama menyuplai bahan bakar ke ruang silinder disaat piston sedang melakukan langkah hisap. Ini diakibatkan karena memanfaatkan tekanan negatif diproduksi di bagian intake ketika piston bergerak naik dan turun. Pada saat piston melakukan langkah hisap selanjutnya, maka pada saat itu terjadi proses aliran bahan bakar

yang masuk ke *Tabung Induksi* sebelum menuju ke ruang silinder.

B. Hubungan Antara Variabel

Menurut Sudibyo (2009), mengatakan “Apabila emisi HC tinggi, menunjukkan ada 3 kemungkinan penyebabnya yaitu *CC* (*Catalytic Converter*) yang tidak berfungsi, *AFR* (*Air-to-Fuel-Ratio*) yang tidak tepat (terlalu kaya) atau bensin tidak terbakar dengan sempurna di ruang bakar.”

Selanjutnya Zaied (2014), mengatakan bahwa:

“Proses pembakaran tidak sempurna jika ada sejumlah oksigen yang tidak memadai untuk terjadi pembakaran sepenuhnya. *Reaktan* akan terbakar di oksigen, tetapi akan menghasilkan berbagai produk. Ketika hidrokarbon terbakar di oksigen, reaksi akan menghasilkan karbon dioksida (CO_2), air (H_2O), karbon monoksida (CO), dan berbagai senyawa lain seperti oksida nitrogen”.

Dari beberapa kutipan diatas dapat diketahui bahwasanya *AFR* (*Air-to-Fuel-Ratio*) atau perbandingan antara bahan bakar dan udara sangat mempengaruhi dari hasil pembakaran yang terjadi, karena kemungkinan jika *AFR* tidak tepat maka dapat terjadi pembakaran yang tidak sempurna sehingga dapat menaikkan tingkat emisi gas buang yang berbahaya pada lingkungan. Untuk mengurangi itu perlu tambahan oksigen (O_2) sebelum emisi yang berbahaya dilepaskan ke lingkungan, agar emisi tidak menjadi berbahaya.

Untuk itu pada sepeda motor Suzuki Satria F 150 cc ini dilengkapi dengan sistem *PAIR* (*Pulsed Secondary Air Injection System*) yang berguna untuk mensuplai udara segar/oksigen dari saringan udara ke saluran gas buang (*exhaust port*) guna merubah gas hidrokarbon (HC) menjadi uap air dan karbon monoksida (CO) menjadi gas CO_2 yang pastinya lebih aman bagi

lingkungan sesuai dengan prinsip dari sistem *PAIR (Pulsed Secondary Air Injection System)* sebagai mana yang sudah dijelaskan sebelumnya.

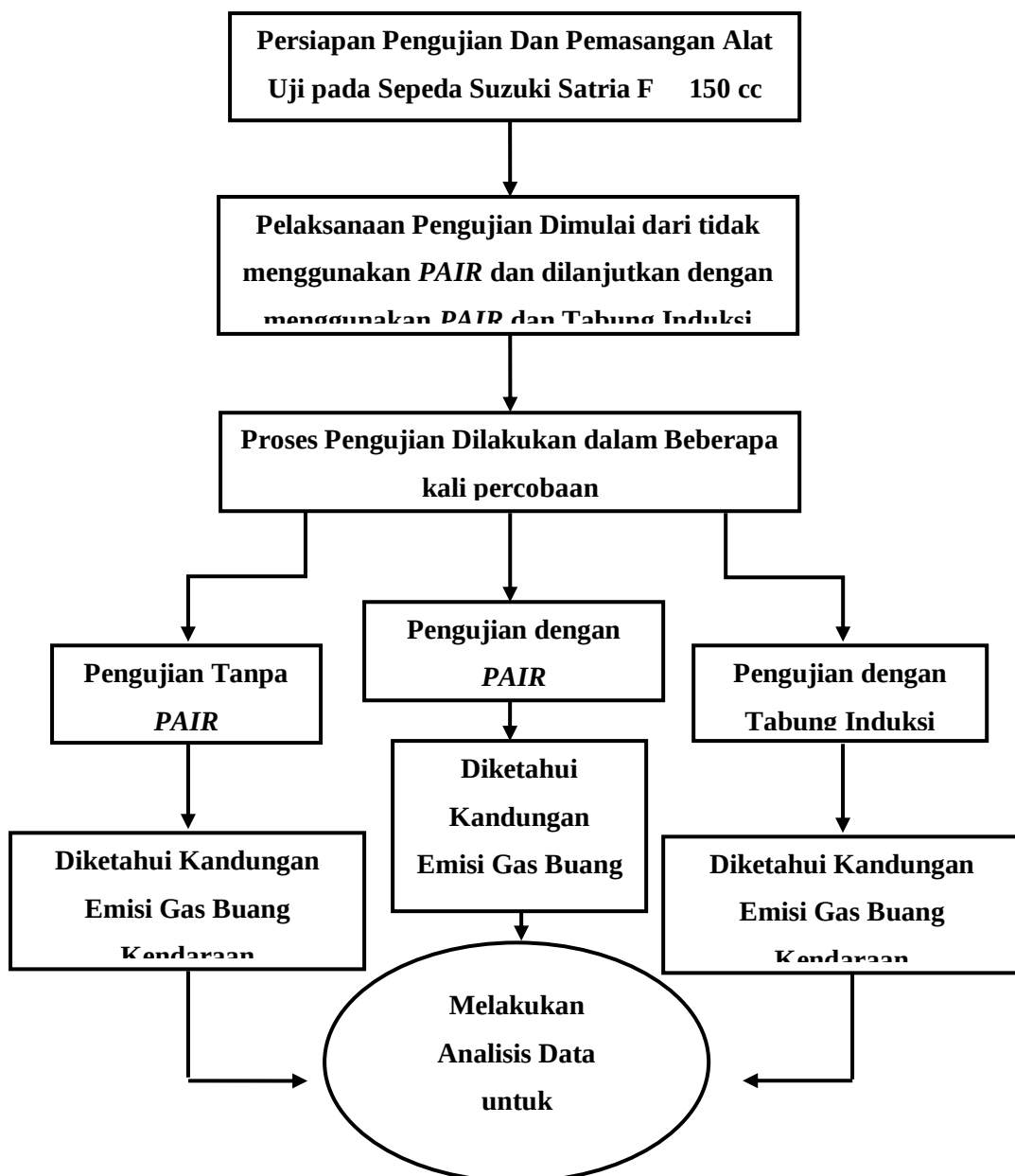
C. Penelitian yang Relevan

Penelitian yang relevan dengan penelitian yang akan dilakukan ini untuk mendukung atau mempertegas teori-teori yang telah dikemukakan dalam kajian teori diatas adalah:

1. Ono Wiharna (2012) dengan jurnal penelitiannya yaitu “Pengaruh Pemasangan *PAIR (Pulsed Secondary Air Injection System)* yang digunakan Pada Engine UY 125 SAT Terhadap Emisi Gas Buang” , hasil penelitiannya mengatakan kadar CO dan HC untuk Engine yang menggunakan *PAIR* lebih rendah 2,4 % dan 2010 ppm daripada yang ditetapkan oleh Kementrian Lingkungan Hidup.
2. Supratman, dkk (2013), Pengaruh Penggunaan Tabung Induksi Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Sepeda Motor Bensin 4 Langkah. Hasil penelitiannya menyatakan bahwa penggunaan tabung induksi pada sepeda motor Honda Supra Fit memperoleh unjuk kerja engine dan daya yang lebih baik dibanding tidak menggunakan tabung induksi, hal ini disebabkan proses tekanan kompresi atau pemampatan di ruang bakar dan proses pencampuran bahan bakar dan udara yang terjadi dalam ruang bakar lebih baik atau lebih cepat, sehingga daya yang dihasilkan menjadi lebih baik dan emisi yang dihasilkanpun cukup rendah dibandingkan tidak menggunakan tabung induksi.

D. Kerangka Berfikir

Melalui penelitian ini akan diungkapkan besarnya kandungan emisi gas buang pada sepeda motor Suzuki Satria F 150 cc yang menggunakan *PAIR* dan tidak menggunakan *PAIR*. Kemudian akan dilihat pengaruh penggunaan *PAIR* terhadap kandungan emisi gas buang pada sepeda motor Suzuki Satria F 150 cc tersebut. Secara lebih jelas kerangka penelitian ini dapat digambarkan dalam diagram berikut:



Gambar 4: Bagan Kerangka Berfikir

E. Hipotesis

Berdasarkan uraian masalah dan landasan teori diatas, maka penelitian ini mengajukan hipotesis bahwa terdapat pengaruh yang signifikan pada penggunaan *PAIR* terhadap kandungan emisi gas buang pada sepeda motor Suzuki Satria F 150 cc.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Setelah dilakukan analisa data hasil pengujian penggunaan Sistem *PAIR* dan Tabung Induksi pada sepeda motor Suzuki Satria F 150cc untuk membuktikan kebenaran hipotesis yang diajukan sebelumnya. Setelah mempelajari hasil analisa data sehingga dapat disimpulkan bahwa:

1. Emisi Gas Buang CO

Terjadi penurunan kadar gas CO pada penggunaan sistem *PAIR* sebesar 0,158 % dan pada Tabung Induksi terjadi penurunan CO sebesar 0,082 %. Sedangkan penggunaan antara sistem *PAIR* dan Tabung Induksi mengalami kenaikan 0,063%.

2. Emisi Gas Buang HC

Terjadi penurunan kadar gas HC pada penggunaan sistem *PAIR* sebesar 0,219 %, dan pada Tabung Induksi terjadi penurunan HC sebesar 0,221 %. Sedangkan penggunaan antara sistem *PAIR* dan Tabung Induksi mengalami penurunan HC sebesar 0,002 %.

B. Saran

Setelah melakukan penelitian dan dilakukan analisa data sehingga didapatkan berbagai kesimpulan dari hasil penelitian, peneliti menyarankan beberapa hal sebagai berikut:

1. Penelitian ini masih terbatas hanya pada beberapa putaran *engine* yang mewakili, diharapkan pada penelitian lanjutan agar lebih variatif lagi.

2. Sebaiknya dilakukan juga penelitian pengaruh penggunaan Sistem *PAIR* dan Tabung Induksi terhadap konsumsi bahan bakar.
3. Sebaiknya dilakukan juga penelitian pengaruh penggunaan Sistem *PAIR* dan Tabung Induksi pada sepeda motor yang menggunakan sistem bahan bakar injeksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, Suharsimi. (2006). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta
- Fakchry, Dian. (2014). *Pengaruh Penggunaan Tembaga Sebagai Katalis Pada Knalpot Sepeda Motor Yamaha Jupiter Z 110cc Terhadap Emisi Gas Buang Karbon Monoksida (CO)*. Skripsi: Universitas Negeri Padang.
- Fernandez, Donny. (2009). *Pengaruh Putaran Mesin Terhadap Emisi Gas Buang Hidrokarbon Dan Karbon Monoksida*: Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
- Gunadi. (2010). *Pengaruh Waktu Pengapian (Ignition Timing) Terhadap emisi Gas Buangpada Mobil dengan Sistem Bahan Bakar Injeksi (EFI)*. Laporan Penelitian FT UNY.
- Lipson, Charles. (1973). *Statistical Design and Analysis of Engineering Experiment*. Tokyo: McGraw-Hill.
- Marthur, Sharma. (1980). *A Course In Internal Combustion Engine*. Delhi: Rai & Sons.
- Nawawi dan Martini. (1994). *Penelitian Terapan*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Nugraha, Beni Setya. (2007). *Aplikasi Teknologi Injeksi Bahan Bakar Elektronik (EFI) Untuk Mengurangi Emisi Gas Buang Sepeda Motor*. Jurnal Ilmiah Populer dan Teknologi Terapan, Vol. 5. No.2. Hlm. 692-706.
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 04 Tahun 2009 tentang ambang batas emisi gas buang kendaraan bermotor lama.
- Randa, T. (2014). *Pengaruh Penggunaan Tabung Induksi YEIS (Yamaha Energy Induction System) Terhadap Remisi Gas Buang Pada Sepeda Motor Yamaha Scorpio Z 225*. Skripsi: Universitas Negeri Padang.
- Santy, Meyliana dan Srikandi, Nova. (2011). *Kontribusi Asap Kendaraan Bermotor Terhadap Kesehatan Masyarakat di Kota Jambi*. (<http://www.foxitsoftware.com>) Diakses pada tanggal 15 September 2015.
- Soewadji, Jusuf. (2012). *Pengantar Metodologi Penelitian*. Jakarta: Media
- Srikandi. (1992). *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta: Kanisius.