PENGARUH PENGGUNAAN KOIL *RACING* TERHADAP KADAR EMISI GAS BUANG DAN KONSUMSI BAHAN BAKAR PADA SEPEDA MOTOR 4 TAK

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memenuhi Gelar Sarjana Pendidikan
Strata Satu Universitas Negeri Padang

Oleh :

HAYADI ASHARI

NIM/BP : 1202126/2012

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

2018

PERSETUJUAN SKRIPSI

PENGARUH PENGGUNAAN KOIL *RACING* TERHADAP KADAR EMISI GAS BUANG DAN KONSUMSI BAHAN BAKAR PADA SEPEDA MOTOR 4 TAK

Nama	: Hayadi Ashari
NIM/BP	: 1202126 / 2012
Prodi	: Pendidikan Teknik Otomotif
Jurusan	: Teknik Otomotif
Fakultas	: Teknik

Padang, 6 Agustus 2018

Disetujui Oleh,

Pembimbing I	Pembimbing II
Donny Fernandez, S.Pd, M.Sc	**Toto Sugiarto, S.Pd, M.Si**
NIP. 19790118 200312 1 003	**NIP. 19730212 199903 1 005**

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Otomotif

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

PENGESAHAN SKRIPSI

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

Judul : **Pengaruh Penggunaan Koil *Racing* Terhadap Kadar Emisi Gas Buang Dan Konsumsi Bahan Bakar Pada Sepeda Motor 4 Tak**

Nama	**: Hayadi Ashari**
Nim / BP	**: 1202126 / 2012**
Program Studi	**: Pendidikan Teknik Otomotif**
Jurusan	**: Teknik Otomotif**
Fakultas	**: Teknik**

Padang, 6 Agustus 2018

Tim Penguji	**Nama**	**Tanda Tangan**
1. Ketua	**: Donny Fernandez, S.Pd, M.Pd**	**1. .....**
2. Sekretaris	**: Toto Sugiarto, S.Pd, M.Si**	**2. .....**
3. Anggota	**: Irma Yulia Basri, S.Pd, M.Eng**	**3. .....**
4. Anggota	**: Nuzul Hidayat, S.Pd, M.T**	**4. .....**
5. Anggota	**: Wawan Purwanto, S.Pd, MT, Ph.D**	**5. .....**

KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK OTOMOTIF
Jl.Prof Dr. HamkaKampus UNP Air Tawar Padang 25171
Telp.(0751) 7055922 FT: (0751)7055644,445118 Fax .7055644
E-mail : info@ft.unp.ac.id

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

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama	: **Hayadi Ashari**
Nim/TM	: 1202126/2012
Program Studi	: Pendidikan Teknik Otomotif
Jurusan	: Teknik Otomotif
Fakultas	: Teknik

Dengan ini saya menyatakan, bahwa skripsi saya dengan judul **"Pengaruh Penggunaan Koil *Racing* Terhadap Kadar Emisi Gas Buang Dan Konsumsi Bahan Bakar Pada Sepeda Motor 4 Tak"** 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, 6 Agustus 2018
Saya yang menyatakan,

Hayadi Ashari
NIM. 1202126/2012

ABSTRAK

Hayadi Ashari : Pengaruh Penggunaan Koil *Racing* Terhadap Kadar Emisi Gas Buang Dan Konsumsi Bahan Bakar Pada Sepeda Motor 4 Tak

Emisi gas buang pada mesin standar mempunyai kadar emisi yang jelek, hal ini menyebabkan masyarakat memutuskan untuk mengaplikasikan produk-produk *aftermarket* untuk menurunkan kadar emisi gas buang. Di dunia otomotif untuk menurunkan kadar emisi gas buang bisa dilakukan dengan memaksimalkan kinerja dari sistem pengapian guna memperbesar percikan bunga api dari busi agar campuran bahan bakar dan udara bisa terbakar dengan sempurna. Oleh karena itu penggunaan koil *racing* sebagai piranti yang bertugas untuk memperkuat percikan bunga api pada busi diharapkan mampu menurunkan kadar emisi gas buang secara optimal. Dengan mengetahui kadar emisi gas buang yang dihasilkan dari penggunaan koil *racing* pada sepeda motor standar, maka diharapkan koil *racing* dapat diterapkan pada koil standar produksi pabrikan.

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen untuk mengungkapkan pengaruh koil *racing* terhadap emisi gas buang dan konsumsi bahan bakar sepeda motor 4 tak dan setelah itu membandingkannya dengan koil standar. Pengujian dilakukan sebanyak tiga kali percobaan dengan variasi putaran mesin 2000 Rpm, 4000 Rpm dan 6000 Rpm. Sedangkan teknik analisis data menggunakan statistik deskriptif untuk mengetahui rata-rata dan persentase.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar emisi gas buang CO yang dihasilkan koil standar pada putaran Rpm terendah (2000 Rpm) adalah 1,84 % dan pada putaran Rpm tertinggi (6000 Rpm) adalah 3,15 %. Sedangkan kadar emisi gas buang CO yang dihasilkan koil *racing* pada putaran terendah (2000 Rpm) 1,65 % dan pada putaran Rpm tertinggi (6000 Rpm) adalah 2,28 %. Untuk hasil kadar emisi gas buang HC yang dihasilkan koil standar pada putaran Rpm terendah (2000 Rpm) adalah 149 ppm dan pada putaran Rpm tertinggi (6000 Rpm) adalah 83 ppm. Sedangkan kadar emisi gas buang HC yang dihasilkan koil *racing* pada putaran Rpm terendah (2000 Rpm) adalah 103 ppm dan pada putaran Rpm tertinggi (6000 Rpm) adalah 61 ppm. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa penggunaan koil *racing* pada sepeda motor memberikan pengaruh positif terhadap kadar emisi gas buang yang dihasilkan. Dimana kadar emisi gas buang yang dihasilkan dengan menggunakan koil *racing* menurun jika dibandingkan dengan penggunaan koil standar.

Keterangan : Koil *Racing*, Koil Standar, Emisi Gas Buang, Konsumsi Bahan Bakar.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT karena telah memberikan rahmat dan petunjuknya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang penulis beri judul **"Pengaruh Penggunaan Koil *Racing* Terhadap Kadar Emisi Gas Buang dan Konsumsi Bahan Bakar Pada Sepeda Motor 4 Tak".** Dalam penyusunan skripsi ini, penulis mendapatkan masukan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Fahmi Rizal, M.Pd, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
2. Bapak Drs. Martias, M.Pd selaku Ketua Jurusan Teknik Otomotif.
3. Bapak Donny Fernandez, S.Pd, M.Sc selaku Sekretaris Jurusan Teknik Otomotif, sekaligus Pembimbing I sebagai Penasehat Akademis yang telah banyak memberikan bimbingan, saran-saran dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak Toto Sugiarto, S.Pd, M.Si selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan bimbingan, saran-saran dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak Prof. Dr. Wakhinuddin S, M.Pd selaku Penasehat Akademik (Dosen PA).
6. Bapak/Ibu dosen dan semua staf pengajar di Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

7. Teristimewa untuk kedua orang tua dan keluarga yang selalu memberikan semangat, dorongan, dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
8. Seluruh rekan-rekan Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang yang ikut memberikan saran, masukkan dan semangat selama penyusunan skripsi ini.
9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah ikut memberikan petunjuk, saran, masukan, dukungan baik moral maupun moril dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Semoga Allah SWT membalas jasa baik bapak dan ibu serta rekan-rekan semua. Amin...

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

Padang, Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

ABSTRAK……...……i

KATA PENGANTAR…….ii

DAFTAR ISI……....iv

DAFTAR GAMBAR……..vi

DAFTAR TABEL……..vii

DAFTAR LAMPIRAN……viii

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang……1

B. Identifikasi Masalah…….4

C. Batasan Masalah……...4

D. Rumusan Masalah…….....4

E. Tujuan Penelitian…….5

F. Manfaat Penelitian.....5

BAB II KAJIAN TEORI

A. Deskripsi Teori…….6

1. Sistem Pengapian Magnet Elektronik (AC-CDI)……..6

2. Koil *Racing* (KTC)…...……12

3. Emisi Gas Buang……...14

4. Konsumsi Bahan Bakar…….....18

5. Pengaruh Koil terhadap Konsumsi Bahan Bakar……..20

6. Pengaruh Koil terhadap Kadar Emisi Gas Buang…….21

B. Penelitian yang Relevan…….22

C. Kerangka Konseptual…….23

D. Hipotesis……...24

BAB III METODE PENELITIAN

A. Desain Penelitian……25

B. Definisi Operasional……...26

C. Variabel Penelitian…….27

D. Objek Penelitian…….27

E. Jenis dan Sumber Data……...28

F. Instrumen Penelitian……...29

G. Prosedur Penelitian…….....29

H. Teknik Pengambilan Data……..31

I. Teknik Analisis Data……..33

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Data Hasil Penelitian……..36

B. Deskripsi Hasil Penelitian……..39

C. Analisa dan Pembahasan……44

D. Keterbatasan Penelitian……..47

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan……48

B. Saran……..49

DAFTAR PUSTAKA…….50

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar **Halaman**

1. Skema Sistem Pengapian Elektronik…….6
2. Alternator.....8
3. Kunci Kontak…….……8
4. Koil Pengapian……...9
5. Basic Sirkuit AC CDI……...10
6. Prinsip Kerja *pick up coil*…….……11
7. Konstruksi Busi.....11
8. Koil KTC……...……13
9. Kerangka Konseptual……24
10. Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar…….....41
11. Perbandingan Emisi Gas Buang CO……42
12. Perbandingan Emisi Gas Buang HC……43

DAFTAR TABEL

Tabel **Halaman**

1. Ambang Batas Emisi Gas Buang……...13
2. Indikasi Nilai Lambda……....18
3. Pola Penelitian……26
4. Spesifikasi Yamaha Jupiter Z 110cc……..28
5. Contoh Tabel Konsumsi Bahan Bakar Menggunakan Koil Standar……..32
6. Contoh Tabel Kadar Emisi Gas Buang Menggunakan Koil Standar…….....32
7. Contoh Tabel Konsumsi Bahan Bakar Menggunakan Koil *Racing*……...33
8. Contoh Tabel Kadar Emisi Gas Buang Menggunakan Koil *Racing*……..33
9. Contoh Tabel Rata-rata Hasil Pengujian…….....33
10. Hasil Pengujian Kadar Emisi Gas Buang dengan Koil Standar……36
11. Hasil Pengujian Kadar Emisi Gas Buang dengan Koil *Racing*…….37
12. Hasil Pengujian Konsumsi Bahan Bakar Koil Standar…….37
13. Hasil Pengujian Konsumsi Bahan Bakar Koil *Racing*……..38
14. Rata-rata Kadar Emisi Gas Buang dan Konsumsi Bahan Bakar……..38
15. Selisih Kadar Emisi Gas Buang Hidrokarbon (HC)…….38
16. Selisih Kadar Emisi Gas Buang Karbonmonoksida (CO)…….....39
17. Selisih Hasil Konsumsi Bahan Bakar……...39
18. Selisih Hasil Kadar Emisi Gas Buang……..40
19. Analisa persentase Kadar Emisi Gas Buang dari Standar……46
20. Analisa persentase Konsumsi Bahan Bakar dari Standar…….47

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran **Halaman**

1. Surat Izin Penelitian 51
2. Surat Izin Penggunaan Alat dan Labor 52
3. Perhitungan Rumus Mean 53
4. Perhitungan Rumus Persentase 55
5. Data Hasil Emisi Gas Buang 57
6. Dokumentasi Penelitian 63

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan teknologi pada saat ini yang semakin pesat mendorong manusia untuk selalu menciptakan inovasi. Perkembangan teknologi juga terjadi pada bidang otomotif, khususnya pada sistem pengapian pada sepeda motor. Sistem pengapian merupakan salah satu dari sekian banyak komponen sepeda motor yang paling sering mengalami perkembangan dikarenakan untuk memperoleh unjuk kerja mesin yang baik dibutuhkan sistem pengapian yang baik pula.

Sistem pengapian merupakan sistem yang sangat penting pada sepeda motor. Menurut Jama & Wagino (2008 : 165), sistem pengapian pada motor bensin berfungsi mengatur proses pembakaran campuran bensin dan udara di dalam silinder sesuai waktu yang sudah ditentukanya itu pada akhir langkah kompresi. Sistem pengapian ini sangat berpengaruh pada konsumsi bahan bakar yang di bangkitkan oleh mesin tersebut.

Sistem pengapian khususnya pada motor bensin 4 langkah telah mengalami banyak penyempurnaan. Pada saat awal sepeda motor mulai diproduksi sistem pengapian pada motor bensin menggunakan sistem pengapian konvensional (platina). Sistem pengapian konvensional merupakan sistem pengapian yang menggunakan platina *(contact breaker)* untuk memutus dan menghubungkan tegangan baterai kekumparan primer.

Di dunia otomotif untuk meningkatkan performa mesin bisa didapatkan dengan memaksimalkan pembakaran yang terjadi di ruang bakar. Hal ini bisa dilakukan dengan memaksimalkan kinerja dari sistem pengapian guna memperbesar percikan bunga api pada busi agar campuran bahan bakar dan udara bisa terbakar dengan sempurna.

Pada saat ini kendala yang sering penulis alami yaitu busi sering basah, api busi berwarna merah, kadang-kadang sering mati mendadak pada saat melaju dan pengapian pada koil kurang bagus. Setelah penulis lakukan pemeriksaan pada setiap komponen sistem pengapian mulai dari spul hingga busi, maka dapat dikatakan bahwa komponen yang bermasalah adalah koil.

Dengan komponen-komponen sistem pengapian di atas penulis merasa perlu untuk melakukan penelitian tentang sistem pengapian, kadar emisi gas buang serta konsumsi bahan bakar. Perubahan komponen sistem pengapian perlu dilakukan untuk melihat kadar gas buang dan konsumsi bahan bakar, seberapa besar dampak serta pengaruhnya jika menggunakan produk-produk *aftermarket.* Disini penulis akan melakukan penggantian koil standar dengan koil *racing* untuk meningkatkan pembakaran yang terjadi di ruang bakar. Menurut Subroto (2009 : 9) koil *racing* adalah koil pengapian yang menghasilkan tegangan yang jauh lebih besar dari koil standar, sehingga percikan bunga api yang dihasilkan oleh busi jauh lebih besar dan kuat.

Sementara itu pada sisi lain kondisi alam sekarang sudah sangat memprihatinkan karena pemanasan global yang disebabkan oleh kegiatan manusia yang tidak diimbangi dengan usaha menjaga lingkungan agar tetap

sehat dan nyaman. Salah satu kegiatan manusia yang dapat menyebabkan pemanasan global dan memperburuk kondisi udara dilingkungan adalah pemakaian kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar dan pembakaran yang tidak sempurna oleh motor itu sendiri.

Hasil pembakaran gas buang yang tidak sempurna dari kendaraan bermotor mengandung unsur-unsur yang berbahaya bagi kesehatan manusia serta dapat berdampak luas yang mengakibatkan kerusakan lingkungan, salah satu polutan dari hasil gas buang pembakaran bersifat mematikan adalah karbonmonoksida (CO), gas tersebut berbentuk karena hasil dari pembakaran tidak sempurna selain karbonmonoksida gas sisa hasil dari pembakaran juga mengandung hidrokarbon (HC), dan lain sebagainya.

Berdasarkan uraian di atas dapat dikatakan bahwa pembakaran yang sempurna dapat meningkatkan tenaga atau kerja yang dihasilkan oleh mesin. Oleh karena itu penulis tertarik untuk menggunakan koil *racing* sebagai piranti yang bertugas untuk memperkuat percikan bunga api pada busi, sehingga pembakaran yang dihasilkan harus optimal. Atas dasar hal tersebut peneliti akan melakukan penelitian dengan judul "Pengaruh Penggunaan Koil *Racing* terhadap Kadar Emisi Gas Buang dan Konsumsi Bahan Bakar Pada Sepeda Motor 4 Tak".

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, dapat di identifikasi beberapa masalah yang berkaitan dengan penelitian ini, diantaranya yaitu :

1. Kebiasaan pengguna kendaraan melakukan modifikasi sistem pengapian tanpa mengetahui dampak modifikasi tersebut terhadap pembakaran yang terjadi pada ruang bakar, kandungan emisi gas buang dan konsumsi bahan bakar.
2. Kualitas emisi gas buang kendaraan bermotor belum menjadi indikator bagi pengguna kendaraan untuk mengetahui kualitas pembakaran pada kendaraannya.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah dan identifikasi masalah di atas maka perlu diadakan pembatasan masalah. Hal ini bertujuan untuk memperjelas masalah yang akan diteliti serta lebih memfokuskan penelitian. Batasan masalah dalam penelitian ini adalah "penggunaan koil *racing* untuk mengetahui kadar emisi gas buang dan konsumsi bahan bakar".

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah di atas, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah "Seberapa besar pengaruh penggunaan koil *racing* terhadap kadar emisi gas buang dan konsumsi bahan bakar pada sepeda motor 4 tak".

E. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah pemakaian koil *racing* berpengaruh terhadap kadar emisi gas buang dan konsumsi bahan bakar pada sepeda motor 4 tak.

F. Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian di atas, maka hasil penelitian ini diharapkan bermanfaat, sebagai berikut :

1. Bagi peneliti, digunakan sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan perkuliahan untuk menyelesaikan studi S1 di Jurusan Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang.
2. Bagi mahasiswa, dapat digunakan sebagai masukan atau referensi untuk proyek penelitian selanjutnya.
3. Bagi pembaca, untuk mendapatkan informasi tentang pengaruh penggunaan koil *racing* terhadap emisi gas buang dan konsumsi bahan bkakar.

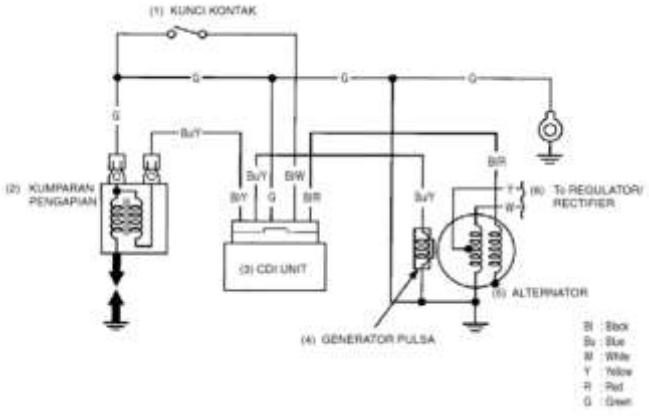
BAB II

KAJIAN TEORI

A. Deskripsi Teori

1. Sistem Pengapian Elektronik

Sistem pengapian digunakan untuk membakar campuran bahan bakar dan udara dengan meletikkan bunga api pada waktu tertentu. Sistem pengapian elektronik pada sepeda motor dibuat untuk mengatasi kelemahan-kelemahan yang terjadi pada sistem pengapian konvensional, baik yang menggunakan baterai ataupun magnet. Pada pengapian konvensional umumnya kesulitan membuat komponen seperti contact breaker (platina) dan unit pengatur saat pengapian otomatis yang cukup teliti untuk menjamin keterandalan dari kerja mesin. Bahkan saat dipakai pada kondisi normalpun, keausan komponen tersebut tidak dapat dihindari.

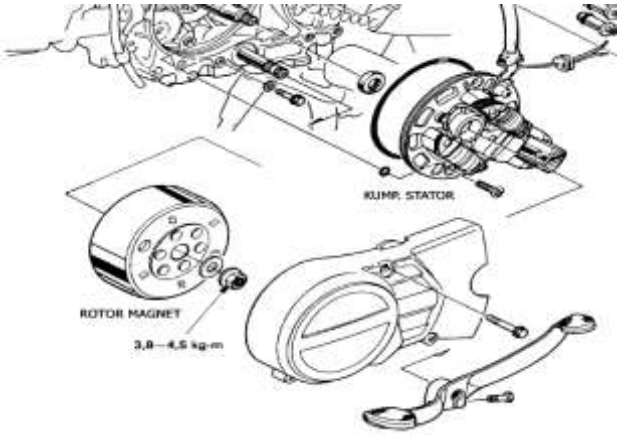


Gambar 1. Skema sistem pengapian magnet elektronik (AC-CDI)
(Sistem Pengapian sepeda motor, 2005:43)

a. Arus pengapian AC (bolak balik) yang dihasilkan oleh alternator dengan kabel berwarna Bl/R (black merah) akan langsung di teruskan ke CDI dengan kabel input CDI Bl/R (black red).
b. Arus yang masuk ke CDI akan disimpan sementara di dalam CDI oleh kondensor kapasitor sebelum pulser CDI memberikan sinyal.
c. Sinyal yang di kirim pulser CDI untuk menghubungkan SCR dengan kabel berwarna Bu/Y (blue yellow) terhubung dengan kabel Bu/Y (blue yellow) input pada CDI .
d. Pada CDI terdapat kabel input massa berwarna Bl/W (black white) terhubung dan terputus dengan massa oleh kunci kontak.
e. Ketikan SCR telah diaktifkan oleh sinyal yang dihasilkan pulser CDI maka arus akan diteruskan pada output CDI dengan warna kabel Bl/Y (black yellow) dan menuju terminal positif primary coil pengapian.
f. Tegangan 10.000 Volt yang dihasilkan coil akan diteruskan ke kabel tegangan tinggi dan busi.
g. Kabel berwarna G (green) pada wiring diagram menghasilkan massa yang akan terhubung pada tiap komponen dan bodi kendaraan (massa body).

Adapun komponen-komponen yang terdapat pada sistem pengapian magnet elektronik (AC - CDI) adalah sebagai berikut :

a. Sumber Tegangan (Alternator)



Gambar 2. *Alternator*
(Beni Setya Nugraha, 2005:38)

b. Kunci Kontak *(Ignition Switch)*

KUNCI KONTAK

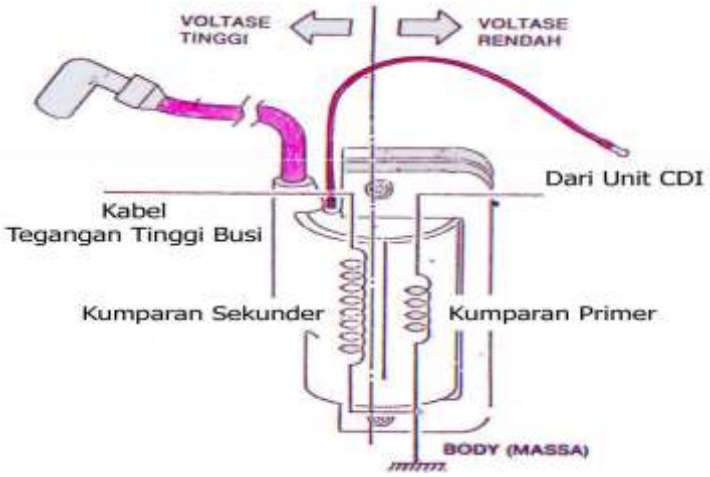
	BAT	BAT 1	IG	E
ON	o	o		
OFF			o	o
LOCK			o	o
WARNA	MERAH	HITAM	HITAM/ PUTIH	HIJAU

Gambar 3. Kunci kontak Pengapian AC-CDI
(Beni Setya Nugraha, 2005:39)

c. Koil pengapian *(Ignition Coil)*

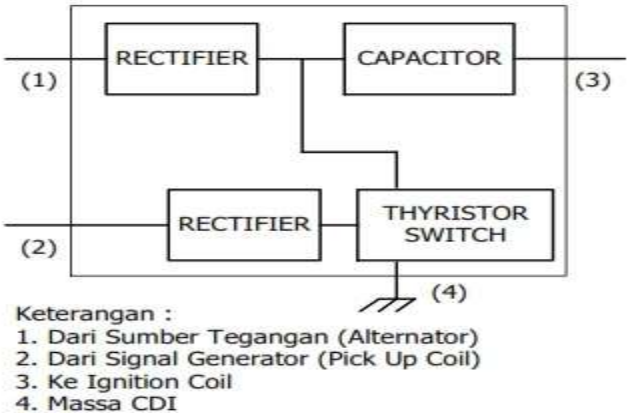
Berfungsi untuk menaikkan tegangan yang diterima dari sumber tegangan (*alternator*) menjadi tegangan tinggi yang diperlukan untuk pengapian. Dalam koil pengapian terdapat kumparan primer dan kumparan sekunder yang dililitkan pada tumpukan-tumpukan plat besi tipis. Diameter kawat pada kumparan primer 0,5 mm dengan jumblah lilitan 200 - 400 kali, sedangkan diameter pada kumparan

kawat sekunder 0,04 mm dengan jumlah lilitan sebanyak 2000 - 15.000 kali. Karena perbedaan jumlah gulungan pada kumparan primer dan sekunder tersebut, dengan cara mengalirkan arus listrik secara terputus-putus pada kumparan primer (sehingga pada kumparan primer timbul/hilang kemagnetan secara tiba-tiba), maka kumparan sekunder akan terinduksi sehingga timbul induksi tegangan tinggi mencapai 20.000 volt.



Gambar 4. Koil Pengapian
(Beni Setya Nugraha, 2005:40)

d. Unit AC - CDI

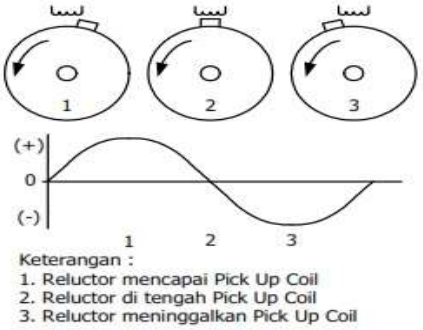


Gambar 5. *Basic Circuit* AC-CDI
(Beni Setya Nugraha, 2005:41)

Menurut Beni (2005 : 42) Prinsip kerja AC-CDI adalah *Rectifier* bekerja menyearahkan arus AC yang dihasilkan oleh sumber tegangan (alternator) maupun oleh sinyal generator *(pickup coil*). Kapasitor *(capacitor)* menyimpan energi hasil induksi dari kumparan stator alternator dimana terdapat magnet permanen yang berputar (rotor alternator) di dekat kumparan stator. *Thyristor switch* merupakan saklar elektronik yang akan mengosongkan kapasitor yang sudah bermuatan tersebut, sinyal *trigger* didapatkan dari arus yang dihasilkan oleh *pickup* koil yang mengalir melalui kaki *gate* (G). Akibatnya *Thyristor* aktif dan menghubungkan kedua terminal kapasitor melalui terhubungnya terminal A noda (A) dan Katoda (K) pada *Thyristor*. Kapasitor akan melepaskan muatan secara cepat (*discharge*) melalui kumparan primer koil pengapian (*ignition coil*) untuk menghasilkan

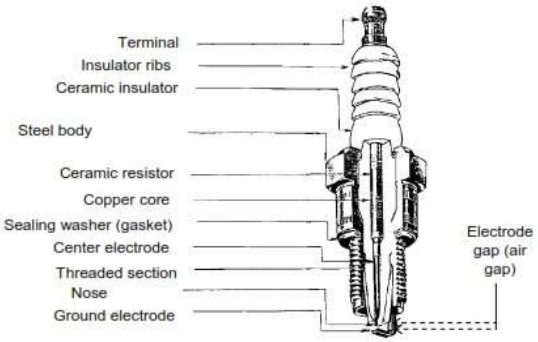
induksi pada kumparan primer maupun induksi tegangan tinggi pada kumparan sekunder koil pengapian. *Thyristor switch* merupakan saklar elektronik yang bekerja lebih cepat dari pada kontak platina (saklar mekanik) dan kapasitor mengosongkan sangat cepat. Karena itu, tegangan tinggi yang dihasilkan semakin besar karena kumparan sekunder koil pengapian terinduksi dengan cepat, sehingga pijaran api yang dihasilkan pada busi menjadi lebih kuat.

e. Kumparan pembangkit pulsa (*signal generator/pick up coil*)



Gambar 6. Prinsip kerja *pick up coil*
(Beni Setya Nugraha, 2005:42)

f. Busi (*Spark Plug*)



Gambar 7. Konstruksi Busi
(Jalius, 2008:186)

2. Koil *Racing* (Kitaco)

Koil KTC merupakan koil *rracing* yang mempunyai tegangan diatas koil standar. Tegangan yang dihasilkan pada koil *racing* sebesar 60 KV – 90 KV. Lilitan primer koil KTC sebanyak 150 lilitan dengan diameter 1,5 mm sedangkan lilitan sekunder sebanyak 150000 lilitan dengan diameter 0,05 - 0,1 mm.

Subroto (2009) menyampaikan bahwa berdasarkan bentuk serta kegunaannya, koil dapat dibedakan menjadi 2 jenis yaitu :

a. Desain koil standar. Koil pengapian ini digunakan untuk pengapian tegangan tinggi pada mesin sepeda motor, guna mengurangi gangguan dari luar konstruksi koil tersebut dibungkus dengan plastik yang dicairkan dan dilekatkan dengan konstruksi bentuk standar.
b. Desain koil pengapian *performance* tinggi (koil *racing*). Koil ini sedikit berbeda dengan koil standar dimana koil ini sengaja diciptakan untuk menghasilkan tegangan yang tinggi guna menyempurnakan proses pembakaran yang terjadi pada ruang bakar.

Koil pengapian dengan *performance* tinggi (koil *racing*) digunakan untuk menghasilkan tegangan yang lebih tinggi dengan cara memperbanyak jumlah lilitan pada koil baik pada kumparan primer maupun sekunder sehingga tegangan induksi yang dibangkitkan menjadi lebih tinggi. Tegangan yang dihasilkan pada penggunaan koil ini jauh lebih besar dibandingkan koil standar pabrikan sehingga percikan bunga api pada busi menjadi jauh lebih besar dan kuat. Dalam beberapa hal koil

pengapian *performance* tinggi *(racing)* tidak mampu mengurangi panas yang di akibatkan dari tegangan listrik ke udara luar. Sehingga, sebagai jawaban atas masalah itu penghambat penyekat primer dikurangi lewat penggunaan kumparan tembaga yang lebih besar. Dengan demikian pembatasan koil puncak bentuk aliran total rangkaian resistor tidak mengalami perubahan, tahanan seri tersebut mengurangi beban panas pada koil pengapian karena aliran panas dibangkitkan pada resistor. Dengan cara itu energi pengapian yang tersedia memadai sebagai pengganti pengurangan energi baterai sewaktu-waktu. Proses itu dinamakan "dorongan *start* tegangan" (Subroto, 2009). Terdapat beberapa merek koil *racing* yang sering dijual di toko-toko perlengkapan sepeda motor seperti TDR, KTC, Nology, CLD, X-Treme, dan lain sebagainya.

Gambar 8. Koil KTC

3. Emisi Gas Buang

Sumber utama pencemaran udara berasal dari emisi gas buang sarana transportasi. Dikutip dari Wardan (1989 : 345) menyatakan "Emisi gas buang merupakan polutan yang mengotori udara yang dihasilkan dari gas buang kendaraan, adapun emisi tersebut adalah *Hidrokarbon* (HC), *Karbonmonoksida* (CO), *Nitrogenoksida* (NOx)". Sebagian besar dari emisi gas buang tersebut merupakan gas beracun yang dapat membahayakan bagi kesehatan manusia dan kelestarian lingkungan alam seperti *Karbonmonoksida* (CO), *Hidrokarbon* (HC), *Nitrogenoksida* (NOx), senyawa timah (Pb), *Sulfur Dioksida* (SO_2), dan arang. Emisi gas buang bisa juga diartikan sebagai hasil pembakaran bahan bakar di dalam ruang bakar yang dikeluarkan melalui sistem pembuangan mesin. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2006 tentang ambang batas emisi gas buang kendaraan bermotor lama sebagai berikut :

Tabel 1. Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Tipe L

Kategori	**Tahun Pembuatan**	**Parameter**	
		CO (%)	**HC (ppm)**
Sepeda Motor 2 Langkah	<2010	4,5	12000
Sepeda Motor 4 Langkah	<2010	5,5	24000
Sepeda Motor (2 Langkah dan 4 Langkah)	>2010	4,5	2000

Sumber : Permen LH No 5 th 2006

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

a) Emisi Karbon Monoksida (CO)

Menurut Wardan (1989 : 345), "Emisi gas buang merupakan polutan yang mengotori udara yang dihasilkan oleh gas buang kendaraan". Gas buang kendaraan yang di maksudkan disini adalah gas sisa proses pembakaran yang di buang ke udara bebas melalui saluran pembuangan kendaraan. Terdapat empat emisi pokok yang dihasilkan oleh kendaraan. Adapun keempat emisi tersebut adalah senyawa *Hidrocarbon (HC), Karbonmonoksida (CO), Karbondioksida (CO_2)* dan partikel-partikel lain yang keluar dari gas buang. Dari keseluruhan emisi yang dihasilkan oleh kendaraan, gas CO memiliki efek yang paling berbahaya bila dibandingkan dengan emisi gas yang lain. Menurut Sastrawijaya (2009 : 200) setiap lima liter bensin yang dibakar melalui proses pembakaran akan menghasilkan 1-1,5 kg gas CO, karena itulah perlu dilakukan suatu upaya untuk meminimalisir kandungan emisi gas buang pada kendaraan.

Menurut Marthur (1980 : 620), "*Karbonmonoksida* merupakan hasil dari pembakaran yang tidak lengkap karena jumlah udara yang tidak cukup pada campuran bahan bakar dan udara atau tidak cukupnya waktu pada siklus untuk menyelesaikan pembakaran".

Menurut Srikandi (1992 : 94) "*Karbonmonoksida* (CO) adalah suatu komponen yang tidak berwarna, tidak berbau dan tidak

mempunyai rasa dan berbahaya. Komponen ini mempunyai berat sebesar 96.5 % dari berat air dan tidak larut dalam air". Sedangkan menurut Sukoco (2009 : 37) mengatakan bahwa :

> Karbon Monoksida (CO) tidak berwarna dan tidak beraroma, tidak mudah larut dalam air, dan 93 % berasal dari kendaraan bermotor. *Karbonmonoksida* (CO) yang terdapat di alam terbentuk dari salah satu proses sebagai berikut :
> 1) Pembakaran yang tidak lengkap tehadap karbon atau komponen yang mengandung karbon.
> 2) Reaksi antara *karbondioksida* dan komponen yang mengandung karbon pada suhu tinggi.
> 3) Pada suhu tinggi, karbon dioksida terurai menjadi karbon monoksida dan oksidasi.

Menurut Wardan Suyanto (1989 : 345) :

> *Karbonmonoksida* (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*)". CO yang di keluarkan dari sisa hasil pembakaran banyak dipengaruhi oleh perbandingan campuran bahan bakar dan udara yang dihisap oleh mesin.

b) Emisi Hidrokarbon (HC)

Hidrokarbon sesuai dengan yang dikutip dari Wisnu (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 dilepaskan ke udara secara langsung". Srikandi (1992 : 115) menyatakan bahwa, "Hidrokarbon yang diproduksi oleh manusia yang terbanyak berasal dari transportasi, sedangkan sumber lainnya misalnya dari pembakaran gas, minyak, arang dan kayu, proses-proses industri, pembuangan sampah, kebakaran hutan dan ladang dan

sebagainya".

Dikutip dari Wisnu (2004 : 54) menyatakan, "Hidrokarbon terbentuk 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".

Menurut Suyanto (1989 : 345) menyatakan bahwa, "emisi gas buang adalah polutan yang mengotori udara yang dihasilkan dari emisi gas buang kendaraan".

Menurut Mangesa (2009) dalam jurnalnnya yang berjudul "Pengaruh Penggunaan Busi NGK Platinum C 7hvx terhadap Unjuk Kerja dan Emisi Gas Buang pada Sepeda Motor 4 Langkah 110 cc". Gas buang yang diproduksi kendaraan bermotor dihasilkan dari pembakaran dan penguapan bahan bakar kendaraan".

Hal-hal yang mempengaruhi emisi gas buang adalah sebagai berikut :

- Sistem pengapian
- Kualitas bahan bakar
- Perbandingan bahan bakar dan udara
- Perbandingan kompresi
- Kerapatan campuran
- Teknologi kendaraan
- Pemeriksaan dan perawatan kendaraan

Menurut Meiviana dkk (2004) mengemukakan bahwa "Emisi adalah zat yang dilepaskan ke atmosfir yang bersifat sebagai pencemar udara, sementara gas buang adalah gas sisa hasil pembakaran yang terjadi di dalam ruang bakar mesin kemudian di buang melalui knalpot (*exhaust system)*".

Tabel 2. Indikasi Nilai Lamda (λ)

Indikasi Nilai Lamda (λ) pada Mesin 4 Tak dalam Kondisi Idling Normal	
Mesin Karburator	0,950 – 1,050
Mesin EFI	0,970 – 1,030

(Sumber : Bahrul, 2016 : 147)

4. Konsumsi Bahan Bakar

Menurut Suyanto (1989: 248) "Konsumsi bahan bakar adalah ukuran banyak sedikitnya bahan bakar yang digunakan suatu mesin untuk diubah menjadi panas pembakaran dalam jangka waktu tertentu". Menurut Arends (1980: 21) "Konsumsi bahan bakar adalah banyaknya bahan bakar yang dipakai selama proses pembakaran berlangsung". Konsumsi bahan bakar erat kaitannya dengan efisiensi kendaraan. Pemakain bahan bakar seharusnya mendapatkan pengontrolan secara berkala dari pemilik kendaraan. Mathur (2003: 3) mengemukakan: "pemakaian bahan bakar pada sebuah engine diukur berdasarkan volume aliran dalam interval waktu dan mengalikannya dengan berat jenis bahan bakar tersebut yang mana akan didapatkan nilai yang akurat.

Berdasarkan pernyataan diatas dapat disimpulkan bahwa konsumsi bahan bakar adalah banyaknya bahan bakar yang digunakan oleh suatu mesin pada proses pembakaran dalam jangka waktu tertentu, dan ada beberapa cara yang digunakan untuk menghitung konsumsi bahan bakar pada sebuah kendaraan. Konsumsi bahan bakar kendaraan bisa dihitung dengan rumus berikut :

$$\text{Mf} = \frac{\Delta V}{t} . \boldsymbol{\rho}\text{fuel} . \frac{3600}{1000} \text{ (kg/h)} \text{ .....(Kulshrestha, 1989)}$$

Keterangan :

Mf = jumlah pemakaian bahan bakar (kg/h)

ΔV = volume bahan bakar yang dikonsumsi (cm^3)

t = waktu yang digunakan (detik)

$\boldsymbol{\rho}$fuel = massa jenis bahan bakar (bensin = 0,7329)

$\frac{3600}{1000}$ = bilangan konversi

Menurut Arends (1980 : 27) “Pemakaian bahan bakar pada kendaraan dipengaruhi oleh banyak hal, salah satunya adalah tingkat kecepatan kendaraan. Pada kecepatan yang semakin meningkat maka pemakaian bahan bakar semakin tidak menguntungkan (semakin banyak bahan bakar yang dikonsumsi).

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi pemakaian bahan bakar pada kendaraan bermotor, salah satunya adalah putaran mesin. Putaran mesin ini biasanya dinyatakan dalam satuan rpm. Toyota (1972 : 8-33) mengemukakan bahwa pada umumnya bila putaran mesin bertambah

maka jumlah bahan bakar yang dipakai cenderung bertambah. Menurut Daryanto (1997) “konsumsi bahan bakar dapat dipengaruhi oleh beberapa hal diantaranya sistem bahan bakar, sistem pengapian, tekanan kompresi yang tidak sesuai dengan angka oktan bahan bakar, sistem katup yang tidak sesuai dengan kerenggangannya, kopling slip, rem yang menempel, dan pengendara sepeda motor itu sendiri”. Selain itu konsumsi bahan bakar dapat dipengaruhi oleh beban kendaraan, campuran bahan bakar dan udara, suhu mesin, kondisi udara, kondisi bahan bakar, dan sebagainya.

Dari pernyataan diatas dapat disimpulkan bahwa konsumsi bahan bakar dapat dipengaruhi oleh beberapa hal diantaranya :

a) Kondisi mesin
b) Kecepatan
c) Beban kendaraan
d) Campuran bahan bakar dan udara
e) Kondisi udara
f) Kondisi bahan bakar
g) Suhu mesin, dan lain-lain.

5. Pengaruh Koil terhadap Konsumsi Bahan Bakar

Kondisi koil dapat mempengaruhi besarnya konsumsi bahan bakar pada suatu kendaraan karena koil sangat menentukan besarnya tegangan yang dihasilkan pada sistem pengapian. Tegangan koil yang besar akan menbuat percikan bungan api pada busi menjadi lebih kuat dan proses pembakaran yang terjadi akan mendekati sempurna. Menurut Boentarto

(2000), koil merupakan komponen pengapian yang menentukan baik tidaknya pembakaran sedangkan pembakaran menentukan boros tidaknya konsumsi bahan bakar.

Sehingga penggunaan komponen sistem pengapian seperti koil *racing* yang mampu menghasilkan tegangan 60 KV – 90 KV, lebih tinggi dibandingkan koil pabrikan diasumsikan dapat membuat proses pembakaran menjadi lebih sempurna dan menekan konsumsi bahan bakar kendaraan.

6. Pengaruh Koil terhadap Kadar Emisi Gas Buang

Penggunaan koil sangat mempengaruhi kadar emisi gas buang yang dihasilkan terutama dari besarnya tegangan koil, karena besarnya tegangan akan mempengaruhi kuat tidaknya percikan bunga api pada busi dalam proses pembakaran. Penggunaan koil dengan tegangan tinggi seperti penggunaan koil *racing* diasumsikan akan menekan kadar emisi gas buang pada suatu kendaraan.

Menurut Ellyanie (2011), "Emisi gas buang pada kendaraan bermotor dihasilkan oleh proses pembakaran yang terjadi tidak sempurna, baik itu karena kondisi bahan bakarnya maupun sistem pengapiannya serta akibat dari campuran udara dan bahan bakar yang terlalu kaya". Sehingga salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meminimalisir tingginya kadar emisi gas buang kendaraan adalah dengan memaksimalkan sistem pengapiannya seperti dengan penggunaan koil *racing* yang mampu

menghasilkan tegangan yang lebih besar sehingga percikan bunga api pada busi lebih kuat dan proses pembakaran akan lebih sempurna.

B. 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 :

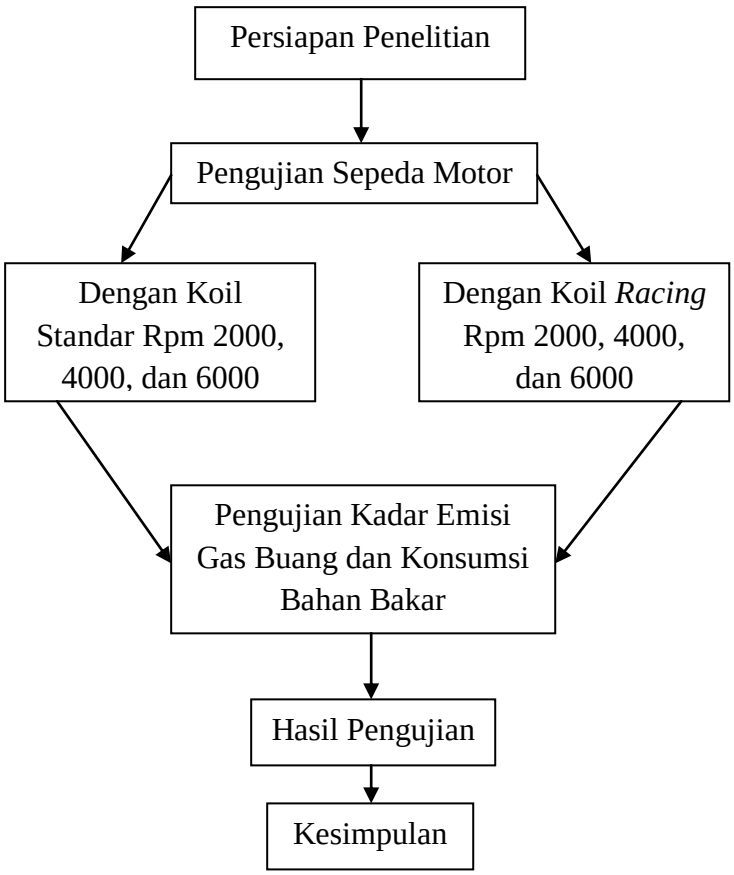
1. Subroto (2009), Pengaruh Penggunaan Koil *Racing* terhadap Unjuk Kerja pada Motor Bensin. Dengan hasil penelitiannya terdapat pengaruh pada penggunaan koil *racing* terhadap unjuk kerja dan daya pada sepeda motor Honda Astrea Grand.
2. Joko Agung Setiyo Oetomo, Sumarli, Paryono (2014) yang berjudul Analisa Penggunaan Koil *Racing* terhadap Daya pada Sepeda Motor Yamaha Vega R 110cc. Dengan hasil penelitian terdapat pengaruh pada penggunaan koil *racing* terhadap daya sepeda motor yamaha vega R 110cc.
3. Slamet Dwi Hermanto (2015) yang berjudul Analisa Penggunaan Koil *Racing* terhadap Daya pada Sepeda Motor Honda Supra X 100cc. Dengan hasil penelitian terdapat pengaruh pada penggunaan koil *racing* terhadap daya sepeda motor supra x 100cc.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa penggunaan koil tegangan tinggi (*racing*) pada sepeda motor dapat mempengaruhi tingkat daya pada mesin sepeda motor, sedangkan pada penelitian kali ini akan dilakukan sedikit perbandingan pemakaian koil standar

dan koil tegangan tinggi (*racing*) terhadap kadar emisi gas buang dan konsumsi bahan bakar pada sepeda motor 4 tak.

C. Kerangka Konseptual

Kerangka konseptual pada dasarnya untuk menjelaskan secara teoritis pertautan antara variabel yang diteliti. Pada penelitian ini kerangka konseptual berfungsi untuk memberikan gambaran secara lebih jelas mengenai pengaruh penggunaan koil tegangan tinggi (racing) yang nantinya akan mempengaruhi kadar emisi gas buang dan konsumsi bahan bakar pada mesin. Perlakuan ini akan dilakukan dengan memberikan perlakuan yang berbeda pada sepeda motor 4 tak. Perlakuan yang akan diberikan dapat dilihat pada kerangka berfikir di bawah ini :



Gambar 9. Kerangka Konseptual

D. Hipotesis

Berdasarkan dari uraian teori dan penelitian yang relevan yang telah dijabarkan di atas maka Hipotesis dari penelitian ini adalah terdapatnya perubahan pada kadar emisi gas buang dan pemakaian konsumsi bahan bakar pada sepeda motor 4 tak apabila menggunakan koil *racing* pada sepeda motor tersebut.

BAB V
PENUTUP

A. Kesimpulan

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

1. Dari hasil penelitian yang dilakukan terhadap pengujian kadar emisi gas buang sepeda motor menggunakan alat uji emisi *fourgas analyzer*, setelah dicari rata-ratanya kemudian dianalisa menggunakan teknik statistik deskriptif dengan perhitungan persentase, hasil yang di dapat adalah untuk emisi gas buang CO *(karbonmoksida)* antara penggunaan koil standar dan koil *racing* tidak menunjukan hasil yang begitu besarkoil *racing* mampu menurunkan gas buang CO sebesar -18.17 % penurunan, hal ini tidak mengalami perubahan yang terlalu jauh karna secara teori terbentuknya gas CO tergantung dari perbandingan campuran bahan bakar dan udara yang masuk kedalam ruang bakar.
2. HC *hidrokarbon* setelah dilakukan penelitian dengan menggunakan koil standar dan koil *racing* sehingga di dapatkan hasil rata-rata kemudian dianalisa menggunakan teknik statistik deskriptif dengan perhitungan persentase, di dapat hasil sebesar -26.9 % penurunan gas HC ketika menggunakan koil *racing*. Maka dari penelitian ini dapat di simpulkan semakin baiknya sistem pengapian pada sebuah kendaraan maka akan memungkinkan semakin rendahnya emisi gas buang yang di keluarkan.

3. Setelah dilakukan pengujian terhadap konsumsi bahan bakar saat sepeda motor menggunakan koil standar dan ketika menggunakan koil *racing* dari hasil dapat dilihat bahwa koil *racing* mampu menurunkan konsumsi bahan bakar pada sepeda motor sebesar -8.13 % penurunan, dari hasil penelitian ini dapat di simpulkan bahwa semakin baiknya sistem pengapian maka akan semakin baik pula pembakaran yang terjadi di dalam ruang bakar dan akan mengakibatkan konsumsi bahan bakar lebih irit.

B. Saran

Berdasarkan hasil-hasil yang diperoleh dari penelitian ini, pada prinsipnya masih terdapat kekurangan. Untuk ini perlu beberapa hal yang akan penulis rekomendasikan akan penelitian yang lebih sempurna dan lebih memuaskan, hal ini adalah :

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 koil *racing* terhadap daya dan torsi pada kendaraan.
3. Penelitian pada kandungan emisi gas buang sebaiknya dilakukan pada semua kandungan emisi gas buang seperti CO_2, O_2, dan kandungan emisi lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

Adixa. 2010. *Koil Racing*. (Online), (http : // adixablogs. blogspot. com /2010/10/ koil racing. html), diakses 10 Januari 2018.

Arends, BPM. Berenschoth. (1992). *Motor Bensin*. Jakarta: Erlangga.

Beni, Setya Nugraha. (2005). *Sistem Pengapian.* Yogyakarta: Fakultas Teknik UNY.

Boentarto. (1992). *Cara Pemeriksaan, Penyetelan, dan Perawatan Sepeda Motor*. Yogyakarta: Andi Offset.

Boentarto. (2000). *Perawatan dan Pemeliharaan Motor Bensin*. Semarang: Gama.

Daryanto. (1997). *Teknik Reparasi dan Perawatan Sepeda Motor.* Jakarta: Bumi Aksara.

Daryanto. (1997). *Reparasi Sistem Kelistrikkan Mesin Mobil.* Jakarta: Bumi Aksara.

Ellyanie. (2011). "Pengaruh Penggunaan *Three–Way Catalytic Converter* Terhadap Emisi Gas Buang Pada Kendaraan Toyota Kijang Innova". *Lapotran Penelitian*. Universitas Sriwijaya.

Hidayat, Wahyu. (2012). *Motor Bensin Modern.* Jakarta: Rineka Cipta.

Jama, Jalius dan Wagino. (2008). *Teknik Sepeda Motor Jilid 1*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.

Jama, Jalius dan Wagino. (2008). *Teknik Sepeda Motor Jilid 2*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.

Marsudi. (2010). *Teknisi Otodidak Sepeda Motor.* Yogyakarta: Andi.

Marthur, Sharma. (1980). *A Course In Internal Combustion Engine*. Delhi: Rai & Sons.

Mohthohir. 2013. *Fungsi Koil.* (Online), (http : // mohthohir. wordpress. com /2013/01/14/ fungsi-koil/), diakses 15 Februari 2018.

Otomotifnet. Gridoto. 2011. Spek koil motor apa yang lebih bagus. (Online), (http:// otomotifnet. gridoto. com / read/ 02148410/ spek-koil-motor-seperti-apa-yang-lebih-bagus. html), diakses 26 Februari 2018.

Sastrawijaya, Trena. (2009). *Pencemaran Lingkungan*. Jakarta: Rineka Cipta.

Srikandi. (1992). *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta: Kanisius.