KOMPARASI PENGGUNAAN BUSI NIKEL DAN BUSI STANDAR IRIDIUM TERHADAP DAYA, TORSI DAN EMISI GAS BUANG PADA HONDA JAZZ RS TAHUN 2012

SKRIPSI

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

Oleh

HARISTA WIJAYA
14073063/2014

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

KOMPARASI PENGGUNAAN BUSI NIKEL DAN BUSI STANDAR IRIDIUM TERHADAP DAYA, TORSI DAN EMISI GAS BUANG PADA HONDA JAZZ RS TAHUN 2012

SKRIPSI

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

Oleh

HARISTA WIJAYA
14073063/2014

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

2019

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul	: Komparasi Penggunaan Busi Nikel dan Busi Standar Iridium Terhadap Daya, Torsi dan Emisi Gas Buang pada Honda Jazz RS Tahun 2012
Nama	: Harista Wijaya
NIM	: 14073063/2014
Program Studi	: Pendidikan Teknik Otomotif
Jurusan	: Teknik Otomotif
Fakultas	: Teknik

Padang, Februari 2019

Disetujui Oleh:

Pembimbing,

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

Ketua Jurusan

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

PENGESAHAN TIM PENGUJI

Nama : Harista Wijaya

NIM : 14073063/2014

Dinyatakan lulus setelah mempertahankan skripsi di depan tim penguji
Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif
Jurusan Teknik Otomotif
Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang
Dengan Judul

Komparasi Penggunaan Busi Nikel dan Busi Standar Iridium Terhadap Daya, Torsi dan Emisi Gas Buang pada Honda Jazz RS Tahun 2012

Padang, Februari 2019

	Tim Penguji		Tanda Tangan
1.	Ketua	: Drs. M. Nasir, M.Pd	1.
2.	Sekretaris	: Drs. Martias, M.Pd	2.
3.	Anggota	: Donny Fernandez, S.Pd, M.S	3.

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

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama	: Harista Wijaya
NIM/TM	: 14073063/2014
Program Studi	: Pendidikan Teknik Otomotif
Jurusan	: Teknik Otomotif
Fakultas	: Teknik

Dengan ini menyatakan, bahwa Skripsi/Tugas Akhir/Proyek Akhir saya dengan judul "***Komparasi Penggunaan Busi Nikel dan Busi Standar Iridium Terhadap Daya, Torsi dan Emisi Gas Buang pada Honda Jazz RS Tahun 2012",*** adalah benar merupakan hasil karya saya 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 dan ketentuan yang berlaku, baik di institusi UNP maupun masyarakat dan negara.

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

Saya yang menyatakan,

METERAI TEMPEL
563BDAFF531379546
6000
ENAM RIBU RUPIAH

Harista Wijaya
NIM. 14073063/2014

Management System ISO 9001:2008
TÜVRheinland CERTIFIED

ABSTRAK

Harista Wijaya : **Komparasi Penggunaan Busi Nikel dan Busi Standar Iridium,Terhadap Daya, Torsi dan Emisi gas buang pada Honda Jazz RS Tahun 2012.**

Perkembangan ilmu pengetahun dan teknologi telah melahirkan jenis-jenis produk yang diharuskan berkualitas agar dapat bersaing di pasar otomotif dimana sekarang transportasi merupakan merupakan kebutuhan penting dalam aktifitas kehidupan manusia sekarang. Penelitian ini membahas tentang perbandingan penggunaan busi Nikel dan busi standar Iridium pada kendaraan ringan dengan melakukan pengujian daya serta emisi gas buang yang dihasilkan ketika melakukan eksperimen ini.Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perubahan daya yang terjadi ketika menggunakan busi standar Iridium dan perubahan emisi gas buang yang dihasilkan oleh masing-masing busi yang akan diuji.

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen (*Experimental Research*). Pengujian dilakukan di *Workshop* UNP pada tanggal 22 Desember 2018 s/d 27 Desember 2018 dengan menggunakan Mobil Honda Jazz RS Tahun 2012, Untuk pengujian daya menggunakan alat ukur *dyno test* dan untuk penggujian emisi gas buang menggunakan *gas analyzer*, untuk pengujian daya, torsi dan emisi gas buang pengujian dilakukan sebanyak 3 kali pada setiap sample. Pengujian dimulai dari menggunakan busi Nikel dan dilanjutkan dengan busi standar Iridium.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh maka didapatkan rata-rata dari penggunaan busi Nikel, Daya tertinggi dengan busi Nikel pada putaran mesin rata-rata 6643 rpm sebesar 78.4 Kw sedangkan menggunakan busi standar Iridium pada putaran mesin rata-rata 6191 rpm sebesar 86.7 Kw sehingga terjadi peningkatan daya sebesar 8.3 Kw (9,57 %). Torsi tertinggi busi Nikel pada putaran mesin rata-rata 6643 rpm sebesar 116 N.m sedangkan menggunakan standar Iridium pada putaran mesin rata-rata 6191 rpm sebesar 133.9 N.m sehingga terjadi peningkatan torsi sebesar 17,9 N.m (13,36%). Emisi tertinggi terdapat pada busi Nikel pada putaran mesin putaran idle dan 2500 dengan CO sebesar 0% dan 0%, CO2 14,93% dan 14,83% , HC 0 Ppm dan 3.3 Ppm, sedangkan menggunakan standar Iridium pada putaran mesin idle dan 2500 dengan CO sebesar 0% dan 0%, CO2 sebesar 15,05% dan 15,03%, HC 0% dan 0%, sehingga terjadi peningkatan emisi gas buang pada CO2 sebesar 0,8% dan 1.33%, dan penurunan pada HC 100%.

Kata Kunci : Busi Nikel, Busi Standar Iridium, Daya, Torsi, Emisi gas buang, Honda Jazz RS tahun 2012.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur yang tak pernah putus penulis ucapkan kepada Allah SWT, yang telah memberikan berkat,rahmat, karunia dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Komparasi Penggunaan Busi Nikel dan Busi Standar Iridium Terhadap Daya, Torsi dan Emisi gas buang pada Honda Jazz RS Tahun 2012" . Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Teknik Otomotif di Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Penulis menyadari bahwa penyusunan laporan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna atau masih banyak kekurangan baik dari segi tata bahasa, metode penulisan maupun isinya. Hal ini tiada lain adalah karena keterbatasan kemampuan yang ada pada Penulis, oleh karena itu Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran-sarannya. Dalam penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak kepada Penulis, maka dari itu dalam kesempatan ini Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Bapak Dr. Fahmi Rizal, M.Pd, M.T Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
2. Bapak Drs. Martias, M.Pd. Ketua Jurusan Teknik Otomotif .
3. Bapak Drs. M. Nasir, M.Pd. Pembimbing I sekaligus Pembimbing Akademik yang telah mencurahkan ilmu, perhatian serta waktu untuk membimbing peneliti untuk menyelesaikan skripsi ini.

4. Bapak Donny Fernandez,S.Pd, M.Sc selaku Sekretaris Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
5. Teristimewa kepada kedua Orang Tua “Masrimal SH, Susmita (Almrh)” dan keluarga besar peneliti yang selalu memberi motivasi, semangat dan do’a dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Bapak/Ibu Dosen Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
7. Teman-teman, seperjuangan mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif yang telah memberi motivasi serta semangat kepada peneliti.

Atas bantuan dan bimbingan yang telah Penulis terima selama ini, Penulis hanya bisa berdo’a semoga Tuhan Yang Maha Esa selalu melimpahkan berkat dan karunia-Nya kepada kita semua. Peneliti mengharapkan kritik dan sarannya yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata Penulis berharap semoga penelitian ini bermanfaat bagi kita semua. Atas bantuan dan bimbingan yang telah Penulis terima selama ini Penulis ucapkan terima kasih.

Padang, Agustus 2019

Penulis,

DAFTAR ISI

Halaman

ABSTRAK i
KATA PENGANTAR ii
DAFTAR ISI iv
DAFTAR TABEL vi
DAFTAR GAMBAR vii
DAFTAR LAMPIRAN viii
BAB I PENDAHULUAN
A. Latar Belakang Masalah 1
B. Identifikasi Masalah 4
C. Pembatasan Masalah 4
D. Rumusan Masalah 4
E. Tujuan Penelitian 5
F. Manfaat Penelitian 5
BAB II KAJIAN PUSTAKA
A. Kajian Teori 6
1. Pembakaran 6
2. Busi 8
a. Komponen busi 10
b. Faktor yang mempengaruhi kinerja busi 11
c. Jenis busi 14
d. Tipe busi 18
3. Daya 22
4. Torsi 24
5. Faktor yang mempengaruhi daya dan torsi 25
6. Emisi Gas Buang 28
7. Faktor yang mempengaruhi Emisi gas buang 35
B. Penelitian yang Relevan 38
C. Kerangka Berfikir 39

D. Pertanyaan Penelitian 41

BAB III METODE PENELITIAN

A. Desain Penelitian 42
B. Definisi Operasional Variabel Penelitian 43
C. Objek Penelitian 45
D. Jenis dan Sumber Daya 47
E. Instrumen Penelitian 48
F. Prosedur Penelitian 48
G. Teknik Pengambilan Data 51
H. Teknik Analisis Data 52

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian 53
B. Analisis Data 61
C. Pembahasan 63
D. Keterbatasan Penelitian 64

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan 65
B. Saran 66

DAFTAR PUSTAKA 67

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 1. Penjualan Busi Nikel dan Standar Iridium di bengkel Honda Gajah Motor Padang 3
Tabel 2. Spesifikasi Busi Standar Iridium IZFR6K -13 20
Tabel 3. Spesifikasi Busi Nikel ZFR6K -11 21
Tabel 4. Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor 29
Tabel 5. Efek Pajanan Gas CO 31
Tabel 6. Pengaruh Senyawa HC Terhadap Manusia 34
Tabel 7. Pola Penelitian 43
Tabel 8. Spesifikasi Honda Jazz RS 2012 1,5L M/T 45
Tabel 9. Pengujian Daya dan Torsi Menggunakan Busi Nikel 51
Tabel 10. Pengujian Daya dan Torsi Menggunakan Busi Standar Iridium 51
Tabel 11. Pengujian Emisi Gas Buang Menggunakan Busi Nikel 51
Tabel 12. Pengujian Emisi Gas Buang Menggunakan Busi Standar Iridium .. 52
Tabel 13. Pengujian Daya Menggunakan Busi Nikel (ZFR6K-11) 53
Tabel 14. Pengujian Daya Menggunakan Busi Standar (IZFR6K-13) 54
Tabel 15. Pengujian Emisi Menggunakan Busi Nikel (ZFR6K-11) 54
Tabel 16. Pengujian Emisi Menggunakan Busi Standar (IZFR6K-13) 55
Tabel 17. Analisis statistik deskriptif daya dan torsi 54
Tabel 18. Analisis statistik deskriptif emisi gas buang 61

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 1. Konstruksi busi 10
Gambar 2. Celah busi..... 12
Gambar 3. Celah busi terlalu renggang..... 13
Gambar 4. Pengaruh suhu operasional busi..... 16
Gambar 5. Grafik batas suhu operasional busi 17
Gambar 6. Busi Standar Iridium NGK untuk Honda Jazz 201..... 18
Gambar 7. Busi Nikel NGK untuk Honda Jazz 2012 20
Gambar 8. Kerangka Berfikir..... 40
Gambar 9. Grafik pengujian daya..... 56
Gambar 10. Grafik pengujian torsi 56
Gambar 11. Grafik pengujian kadar CO busi Nikel 57
Gambar 12. Grafik pengujian kadar CO busi standar Iridium..... 58
Gambar 13. Grafik pengujian kadar CO2 busi nikel 58
Gambar 14. Grafik pengujian kadar CO2 busi standar Iridium..... 59
Gambar 15. Grafik pengujian kadar HC busi nikel 59
Gambar 16. Grafik pengujian kadar HC busi standar Iridium..... 60

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1. Data Hasil Pengujian Daya dan Torsi 70
Lampiran 2. Data Hasil Pengujian Emisi gas buang..... 82
Lampiran 3. Data penjualan Honda Gajah Motor..... 84
Lampiran 4. Surat Izin Observasi 85
Lampiran 5. Surat Izin Melakukan Penelitian 86
Lampiran 6. Surat Keterang Observasi..... 87
Lampiran 7. Dokumentasi..... 88

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahun dan teknologi telah melahirkan jenis-jenis produk yang diharuskan berkualitas agar dapat bersaing di pasar otomotif dimana sekarang transportasi merupakan merupakan kebutuhan penting dalam aktifitas kehidupan manusia sekarang, namun disisi lain transportasi roda dua maupun roda empat juga mempunyai dampak yang negatif yaitu terjadinya pencemaran udara yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar yang mengakibatkan *global warming.*

Mengingat Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor : Kep-35/MENLH/10/1993 tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor, Indonesia akan memasuki standar EURO 4 pada tahun 2018 ini, tidak hanya mengandalkan pemeritah saja namun harus dari kesadaran kita sebagai rakyat Indonesia dengan mengoptimalkan penggunaan bahan bakar terhadap kendaraan roda dua maupun roda empat, agar terjaganya lingkungan hidup yang sehat dan penghematan energi untuk kehidupan manusia.

NGK merupakan salah satu perusahaan besar yang mengusai pasar busi didunia otomotif, baik aftermarket maupun OEM (*Original Equipment Manufacture),* Sudah sewajarnya NGK merupakan salah satu perusahaan besar yang terus berinovasi, dimana busi berperan penting dalam proses pembakaran bahan bakar pada kendaraan – kendaraan bermotor khususnya motor bensin.

Dengan idealnya campuran bahan bakar dan udara sehingga terjadi pembakaran yang sempurna yang ramah lingkungan, meningkatkan masa pakai dan kemampuan busi tersebut terhadap proses pembakaran.

Busi merupakan salah satu peranan penting pada proses pembakaran pada motor bakar, dimana hasil percampuran antara bahan bakar dan udara serta percikan bunga api listrik. Busi dipasaran telah mengalami perkembangan, dimana busi terdapat banyak pilihan, mulai dari ukuran, material hingga tipe busi tersebut, perusahaan yang memproduksi busi berlomba - lomba untuk menemukan inovasi terbaru untuk menghasilkan busi yang dapat bekerja dengan baik untuk memaksimalkan pembakaran dan masa pakai busi tersebut, salah satunya adalah busi jenis Iridium yang mulai banyak terjual dipasaran dan bahkan mulai menggantikan jenis busi lama yang bahan elektrodanya masih berbahan Nikel sebagai OEM *(original equipment manufactur)* kendaraan roda dua maupun roda empat.

Dikutip dari Tatang Permana dkk (2013 : 97) "Berdasarkan hasil pengujian, rata-rata hasil pengujian pada 1400 - 4500 Rpm, *Engine* AL 115 yang menggunakan busi Iridium menghasilkan kadar CO sebesar 0.86% dalam emisi gas buangnya. Sedangkan yang menggunakan busi standar menghasilkan 1.01%CO dalam emisi gas buang. Perbedaan hasil pengujian tersebut mengindikasikan bahwa jumlah gas CO rata-rata yang dihasilkan *Engine* AL 115 menggunakan busi Iridium lebih rendah dibandingkan yang menggunakan busi standar."

Dari beberapa penilitian yang telah dilakukan Ini menandakan adanya perubahan emisi gas buang pada penggunaan jenis busi Iridium yaitu penurunan kadar 0,15% dan penelitian itu menggunakan busi jenis Iridium denso power, sedangkan peneliti akan menggunakan busi standar jenis Laser Iridium dari NGK. Dari beberapa penelitian sebelumnya menggunakan variable control peningkatan pada RPM diatas 1000, sedangkan emisi gas buang terbesar akan dihasilkan pada putaran idle, maka pada penelitian ini peneliti akan menggunakan putaran idle (700-800 RPM) dan pada putaran 2500 RPM, yang membedakan pada penelitian ini adalah belum adanya penelitian menggunakan jenis busi Iridium dan nikel ini.

Dan setelah peneliti melakukan survei data di salah satu bengkel resmi, ternyata masih banyak permintaan konsumen kepada mekanik untuk mengganti busi dengan busi biasa (Nikel) dengan alasan lebih murah dibandingkan menggunakan busi jenis Iridium (standar). Dapat dilihat pada tabel dibawah ini data penjualan busi di bengkel Honda Gajah Motor di kota Padang.

Tabel 1. Penjualan Busi Nikel dan Iridium di bengkel Honda Gajah Motor Padang

No	BULAN	BUSI BIASA (NIKEL)	BUSI IRIDIUM
1.	Januari	89	8
2.	Februari	68	0
3.	Maret	62	0
4.	April	80	0
5.	Mei	66	0
6.	Juni	49	0
7.	Juli	72	0

Berdasarkan latar belakang di atas maka penulis akan melakukan penelitian yang berjudul "Komparasi Penggunaan Busi Standar Iridium dan Busi Nikel terhadap Daya, Torsi dan Emisi Gas Buang pada Honda Jazz RS tahun 2012".

B. Identifikasi Masalah

1. Banyaknya penggunaan busi Nikel terhadap kendaraan yang sudah menggunakan busi jenis Iridium. Berdasarkan spesifikasi kendaraan yang telah dianjurkan menggunakan busi jenis Iridium.
2. Kurangnya penelitian lanjutan tentang pemilihan busi yang sesuai dengan spesifikasi mesin kendaraan.
3. Butuhnya data yang lebih akurat tentang perubahan daya,torsi dan emisi gas buang pada penggunaan 2 jenis busi tersebut.

C. Pembatasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah, maka permasalahan dibatasi pada "Komparasi Penggunaan Busi Nikel dan Busi Standar Iridium,Terhadap Daya, Torsi dan Emisi gas buang pada Honda Jazz RS Tahun 2012"

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Adakah pengaruh terhadap daya dan torsi pada penggunaan busi Nikel untuk kendaraan yang sudah menggunakan busi standar Iridium?
2. Adakah pengaruh terhadap emisi gas buang pada penggunaan busi Nikel untuk kendaraan yang sudah menggunakan busi standar Iridium?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan melakukan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui perbedaan besar daya mobil yang menggunakan busi Nikel dan busi standar Iridium pada putaran maksimal.
2. Mengetahui perbedaan besar emisi gas buang pada mobil yang menggunakan busi Nikel dan busi standar Iridium pada putaran idle dan tinggi.

F. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat kepada masyarakat pentingnya penggunaan busi yang sesuai pada kendaraan baik itu roda empat maupun roda dua dengan komparasi pada mobil Honda Jazz RS tahun 2012 yang menggunakan busi Nikel dan busi standar Iridium dengan melihat perubahan Daya, Torsi dan Emisi gas buangnya.

BAB II

KAJIAN TEORI

A. Kajian Teori

1. Pembakaran

Pembakaran adalah proses reaksi kimia yang terjadi pada campuran bahan bakar dengan udara di ruang bakar yang menghasilkan energi panas. Energi panas yang dihasilkan kemudian dirubah menjadi energi gerak mekanik melalui serangkaian proses kerja pada mesin. Jalius dan Wagino (2008: 60) menyebutkan: "Pembakaran merupakan proses oksidasi cepat bahan bakar disertai dengan produksi panas dan cahaya".

Menurut Wardana (2008). Pembakaran adalah suatu reaksi kimia antara bahan bakar dan pengoksidasi (udara atau oksigen) yang menghasilkan panas dan cahaya. Proses pembakaran ini dapat berlangsung jika adanya bahan bakar, pengoksidasi (udara/oksigen) dan panas atau energi aktivasi.

Berdasarkan kutipan di atas, dapat diambil kesimpulan bahwa pembakaran merupakan reaksi kimia antara bahan bakar dan oksigen yang dibantu oleh sinar/panas/temperatur yang memungkinkan terjadinya pembakaran. Proses pembakaran ini terjadi dalam tiga tahap yaitu: penyalaan, perambatan api dan akhir penyalaan.

Toyota Step 2 (1972:2-2), menyebutkan, "Ada dua kemungkinan yang terjadi pada pembakaran motor bensin yaitu, pembakaran sempurna

(normal), dan pembakaran tidak sempurna". Dari kutipan diatas dapat disimpulkan pembakaran itu dapat dibedakan menjadi 2 kondisi yaitu :

a. Pembakaran sempurna

Pembakaran yang sempurna akan menghasilkan tingkat konsumsi bahan bakar ekonomis dan berkurangnya kepekatan asap hitam gas buang karena pada pembakaran sempurna campuran bahan bakar dan udara dapat terbakar seluruhnya dalam waktu dan kondisi yang tepat.

Pembakaran sempurna menurut Toyota Step 2 (1972: 2-3): "Mekanisme pembakaran normal dalam motor bensin dimulai pada saat terjadinya loncatan bunga api pada busi. Selanjutnya api membakar bahan bakar yang berada di sekelilingnya dan terus menjalar ke seluruh bagian sampai semua partikel bahan bakar terbakar habis". Di dalam pembakaran normal, pembagian nyala api pada waktu *ignition delay* (waktu penyalaan) terjadi merata pada seluruh bagian. Mekanisme pembakaran dalam motor ini bersifat komplek, di mana pembakaran akan berlangsung beberapa fase. Perlu diketahui adanya proses perambatan api dan adanya pembakaran (*combustion*). Ketika partikel bahan bakar di kompresikan, tekanan dan suhunya naik, sehingga terjadi reaksi kimia di mana molekul-molekul *hydrocarbon* terurai dan bergabung dengan oksigen dan udara.

Pembakaran normal dapat terjadi karena nyala api yang ditimbulkan oleh percikan busi sehingga campuran bahan bakar dan udara terbakar habis dengan kecepatan konstan. Pembakaran sempurna terjadi jika

keseluruhan karbon menjadi CO_2, hidrogen menjadi H_2O dan sulfur menjadi SO, sehingga tak ada lagi bahan yang dapat terbakar tersisa.

b. Pembakaran tidak sempurna

Pembakaran tidak sempurna terjadi pada umumnya ketika tidak tersedianya jumlah oksigen yang cukup untuk membakar bahan bakar sehingga dihasilkannya karbon dioksida dan air. Pembakaran yang tidak sempurna menghasilkan zat-zat seperti karbon dioksida, karbon monoksida, uap air dan karbon. Pembakaran yang tidak sempurna sangat sering terjadi, walaupun tidak diinginkan, karena karbon monoksida merupakan zat yang sangat berbahaya bagi manusia. Kualitas pembakaran dapat ditingkatkan dengan perancangan media pembakaran yang lebih baik dan optimisasi proses (Anonim, 2010).

Menurut Wardan (1989: 257)

> Pembakaran tidak sempurna adalah pembakaran yang terjadi di dalam silinder dimana nyala api dari pembakaran ini tidak menyebar dengan teratur dan merata sehingga menimbulkan masalah atau bahkan kerusakan pada bagian-bagian dari motor dapat terjadi akibat dari pembakaran yang tidak sempurna ini.

2. Busi

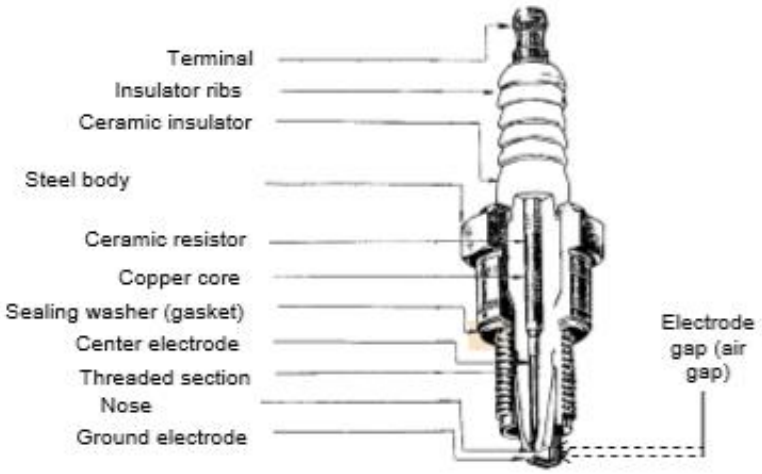
Wahyu (2012: 149) menyatakan, ”busi merupakan salah satu komponen utama dan penting dalam sistem pengapian, yaitu sebagai komponen yang langsung menghasilkan loncatan atau percikan api dari ujung elektroda busi ke masa busi yang seketika terjadi pembakaran campuran bahan bakar dan udara dalam ruang bakar kendaraan”.

Daryanto (2011: 104) menyatakan “Busi adalah suatu alat yang digunakan untuk meloncatkan bunga api listrik di dalam ruang bakar (silinder)”.

Menururt Rudatin (1994: 23), fungsi busi adalah mengadakan pengapian yang sangat diperlukan untuk pembakaran motor, karena dipasang pada kepala silinder. Busi terdiri dari 2 elektroda, elektroda tengah dan elektroda samping. Elektroda tengah mengalirkan arus dari distributor dan meloncat ke elektroda samping sehingga terjadi percikkan api.

Berdasarkan para ahli, fungsi utama dari busi yaitu sebagai komponen utama untuk meloncatkan bunga api ke dalam ruang bakar pada saat akhir kompresi terjadi dan membakar semua campuran udara dan bahan bakar. Busi pada perkembangannya telah banyak menghasilkan jenis dari segi material dan bentuknya sendiri sehingga mengahasilkan ragam jenis masa pakai hingga kemampuan peruntukan mesin tertentu. Akan tetapi bentuk dasar dan fungsi busi tetap sama yaitu untuk menghasilkan loncapatan bunga api keruang bakar untuk membakar campuran bahan bakar dan udara.

a. Komponen Busi



Gambar 1. Konstruksi Busi
Sumber : Jalius Jama, Wagino 2008: 186)

Fungsi busi ialah untuk menghasilkan pengapaian yang diperlukan untuk membakar campuran bahan bakar dan udara yang telah di kompresikan, oleh karena itu busi dipasang pada kepala selinder, Bagian utama busi ialah :

1) Isolator

Untuk mengisolasi agar tidak terjadi kebocoran aliran listrik dari elektroda tengah ke massa, isolator sering dipakai menggunakan material mika.

2) Kulit Busi

Ini terbuat dari besi yakni yang menghubungkan elektroda samping dengan masa, dibuat menjadi satu dengan ulir busi.

3) Elektroda Tengah dan Samping

Jarak antara kedua elektroda tersebut sekitar 0,8 mm dengan adanya tegangan tinggi tersebut maka elektron dapat meloncat pada jarak tersebut sehingga menimbulkan bunga api yang menyebabkan terjadinya pembakaran.

b. Faktor Utama yang Mempengaruhi Kinerja Busi

Jenis pemilihan busi sangat penting, dimana untuk menghasilkan pembakaran yang maksimal maka busi dapat dibedakan dari bentuk, tingkat kepanasan busi dan material busi tersebut.

Pada busi sendiri memiliki kode abjad tertentu untuk menentukan jenis busi, mulai dari tingkat panas, hingga peruntukan kendaraan khusus, kode tersebut pun berbeda-beda pembacaannya tergantung pabrikan dari busi tersebut

Jalius Jama (2008: 190) menjelaskan “Busi yang ideal adalah busi yang mempunyai karakteristik yang dapat beradaptasi terhadap semua kondisi operasional mesin mulai dari kecepatan rendah sampai kecepatan tinggi”.

Busi yang ideal adalah tujuan utama para produsen busi agar dapat bersaing dipasaran, sehingga penelitian terus berlanjut agar busi dapat beradaptasi terhadap semua kondisi operasional

Faktor utama yang mempengaruhi kenerja busi, antara lain akan dijelaskan sebagai berikut :

1) Bentuk Elektroda Busi

Bentuk elektroda busi pada umumnya adalah tajam berbentuk persegi atau runcing, setelah penggunaan dalam jangka waktu biasanya elektroda busi akan bulat, ini akan mempersulit lompatan bunga api oleh karena itu loncatan bunga api akan menjadi lemahdan menyebabkan terjadinya kesalahan pengapian, sebaliknya elektroda yang tipis atau tajam akan mempermudah percikan bunga api, akan tetapi umur penggunaannya menjadi pendek karena lebih cepat aus.

2) Celah Busi

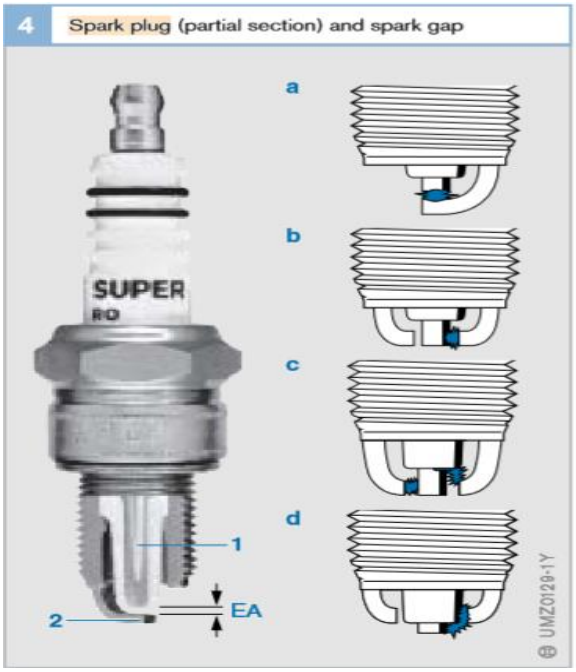
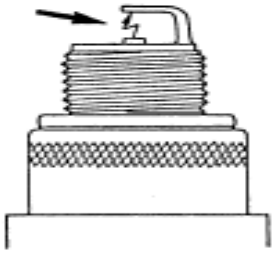


Figure 4
1 Center electrode
2 Ground electrode
a Air spark gap with front electrode
b Air spark gap with side electrode
c Surface air-gap (air spark or surface spark possible)
d Surface spark gap
EA Spark gap

Gambar 2. Celah Busi
Sumber : Konrad Reif 2001 : 71

Konsep dasarnya bila celah elektroda busi lebih besar, bunga api akan menjadi sulit melompat dan tegangan sekunder yang diperlukan untuk itu akan naik. Bila elektroda busi telah aus, berarti celahnya bertambah, loncatan bunga api menjadi lebih sulit sehingg akan menyebabkan terjadinya kesalahan pengapian.

Ukuran celah busi pun berbeda-beda tergantung dari produsen serta kebutuhan pada mesin tersebut, untuk merk NGK IZFR6K13 sendiri menggunakan celah busi 1.3mm.



Gambar 3. Celah Busi Terlalu Renggang
Sumber : Teknik Sepeda Motor Jilid 2, 2008: 188

Gambar 4 diatas adalah celah elektroda yang terlalu besar. Hal ini akan berakibat kebutuhan tegangan untuk meloncatkan bunga api lebih tinggi. Isolator-isolator bagian tegangan tinggi cepat rusak karena dibebani tegangan pengapian yang luar biasa tingginya.

Jika sistem pengapian tidak dapat memenuhi kebutuhan tersebut, mesin mulai hidup tersendat-sendat pada beban penuh. Selain itu, celah busi yang terlalu besar juga bisa menyebabkan mesin agak sulit dihidupkan.

Martias (2014 : 6) menjelaskan dari hasil penelitiannya “pengaruh jarak celah busi standar (0,70mm) yang dihasilkan lebih

sedikit dibandingkan dengan kadar HC pada celah busi renggang (0,90mm) dan celah busi rapat (0,50mm). Hal tersebut disebabkan karena kualitas dari tinggi atau rendahnya percikan bunga api busi yang dihasilkan". Sehingga celah busi sangat berperan penting dalam kualitas percikan bunga api dan perubahan kadar HC".

3) Tekanan Kompresi

Tekanan Kompresi juga berpengaruh terhadap kinerja pada busi, apabila tekanan komrepsi meningkat maka bunga api pun akan semakin sulit meloncat dan tegangan yang dibutuhkan semakin tinggi, hal ini juga terjadi pada saat beban berat dan kendaraan berjalan lamba dengan kecepatan rendah dan katup gas terbuka penuh. Tegangan pengapian yang dibutuhkan juga naik bila suhu campuran udara dan bahan bakar turun.

c. Jenis Busi

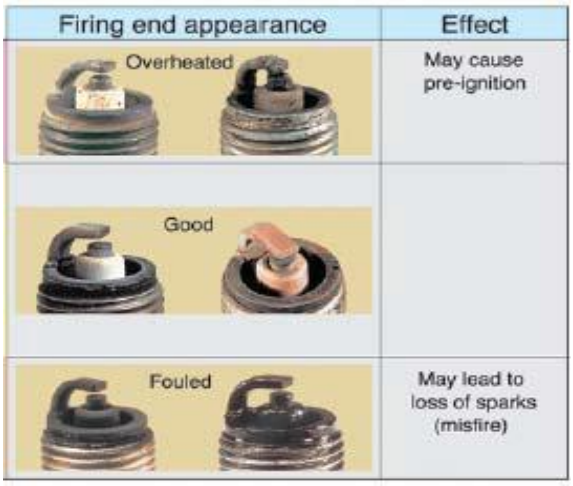
Sebagai mana telah diketahui fungsi dari busi sendiri yaitu untuk memercikkan bunga api yang kemudian membakar campuran bahan bakar dan udara yang telah dikompresikan. Jenis busi pun beragam dari segi material dan jenis suhu busi tersebut, akan tetapi pada umumnya busi digolongankan menjadi 2 jenis yaitu busi jenis dingin dan busi jenis panas.

Menurut J.D Hadisoemarto (1980) Busi bisa dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu busi panas dan busi dingin,busi dingin biasanya digunakan pada mesin yang jumlah perputarannya dan kompresinya yang

tinggi,sedangkan busi panas kebalikannya, pada umunya dipergunakan untuk mesin yang jumlah perputarannya dan kompresinya yang rendah,contohnya mobil sedan atau mobil-mobil kecil lainnya.

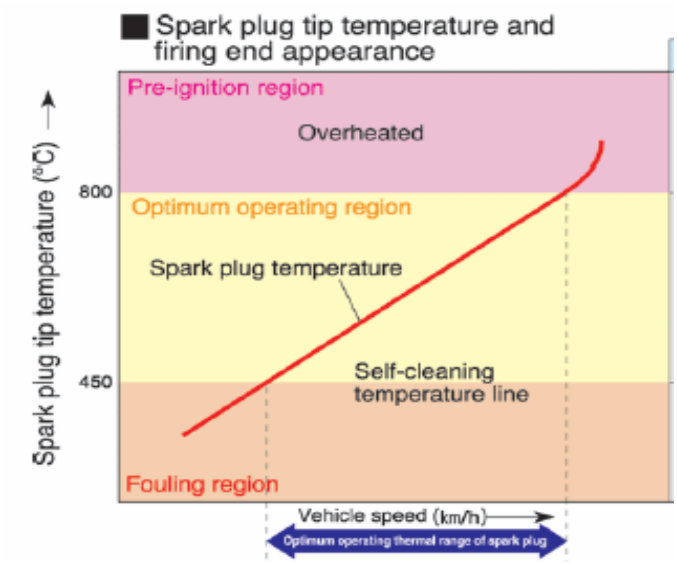
Tingkat panas dari suatu busi adalah jumlah panas yang dapat disalurkan/dibuang oleh busi. Busi yang dapat menyalurkan/ membuang panas lebih banyak dan lebih cepat disebut busi dingin, karena busi itu selalu dingin, sedangkan busi yang lebih sedikit/susah menyalurkan panas disebut busi panas, karena busi itu sendiri tetap panas.

Elektroda busi harus dipertahankan pada suhu kerja yang tepat, yaitu antara 400°C sampai 800°C. Bila suhu elektroda tengah kurang dari 400°C, maka tidak akan cukup untuk membakar endapan karbon yang dihasilkan oleh pembakaran sehingga karbon tersebut akan melekat pada permukaan insulator, sehingga akan menurunkan tahanan dengan rumahnya. Akibatnya, tegangan tinggi yang diberikan ke elektroda tengah akan menuju ke massa tanpa meloncat dalam bentuk bunga api pada celah elektroda, sehingga mengakibatkan tarjadinya kesalahan pembakaran (*misfiring*).



Gambar 4. Pengaruh suhu operasional busi
Sumber :Teknik Sepeda Motor Jilid 2, 2008: 191

Bila suhu elektroda tengah melebihi 800°C, maka akan terjadi peningkatan kotoran oksida seperti pada gambar 5 dan terbakarnya elektroda tersebut. Pada suhu 950°C elektroda busi akan menjadi sumber panas yang dapat membakar campuran bahan bakar tanpa adanya bunga api, hal ini disebut dengan istilah *pre-ignition* yaitu campuan bahan bakar dan udara akan terbakar lebih awal karena panas elektroda tersebut sebelum busi bekerja memercikkan bunga api (busi terlalu panas sehingga dapat membakar campuran dengan sendirinya). Jika terjadi *pre-ignition*, maka daya mesin akan turun, karena waktu pengapian tidak tepat dan elektroda busi atau bahkan piston dapat retak, leleh sebagian atau bahkan lumer.



Gambar 5. Grafik batas suhu operasional busi
yang baik antara 450°C sampai 800°C
Sumber : Teknik Sepeda Motor Jilid 2, 2008: 190

Busi yang ideal adalah busi yang mempunyai karakteristik yang dapat beradaptasi terhadap semua kondisi operasional mesin mulai dari kecepatan rendah sampai kecepatan tinggi. Seperti disebutkan di atas busi dapat bekerja dengan baik bila suhu elektroda tengahnya sekitar 4000 C sampai 8000 C. Pada suhu tersebut karbon pada insulator akan terbakar habis. Batas suhu operasional terendah dari busi disebut dengan *self-cleaning temperature* (busi mencapai suhu membersihkan dengan sendirinya), sedangkan batas suhu tertinggi disebut dengan istilah *pre-ignition.* Pada akhirnya pemilihan jenis busi ini kembali pada spesifikasi mesin yang akan digunakan, apakah membutuhkan jenis busi dingin atau panas .

d. Tipe Busi

Tipe pada busi pun tergantung produsen masing - masing busi pada penelitian ini akan menggunakan tipe busi standar Iridium dan busi nikel. Busi standar pada Honda jazz RS tahun 2012 telah mengguanakan tipe Iridium, yaitu bahan *center* elektroda yang telah menggunakan Iridium. Untuk kode seri dari busi standar Honda jazz RS tahun 2012 ini adalah IZFR6K – 13 dan untuk versi murah yang dijual dipasaran adalah ZFR6K – 11 *center* elektroda berbahan nickel.

1) Busi Standar (NGK Laser Iridium IZFR6K – 13)

Menurut Jalius Jama (2008: 193) menjelaskan “busi tipe standar yaitu busi dengan ujung elektroda tengah saja yang menonjol keluar dari diameter rumah yang berulir disebut busi standar. Ujung isolator *(nose insulator)* tetap berada didalamnya (tidak menonjol).

Gambar 6. Busi Standar Iridium NGK untuk Honda Jazz RS 2012

Busi Iridium adalah busi generasi baru dengan ujung elektroda positif berdiameter 0,7 mm untuk pemakaian standar dengan umur pemakaian lebih panjang. Diameter 0,4 mm merupakan yang terkecil didunia dipakai untuk kecepatan tinggi atau balapan. Bahan ujung inti elektroda yang digunakan adalah campuran Iridium teknologi NGK dengan titik lebur sangat tinggi. (http://www.ngk.com. diakses pada Kamis, 6 September 2018)

Adapun keistimewaan busi Iridium antara lain yaitu:

a) Dapat mengingkatkan peforma mesin dan hemat
b) Ujung elektroda Iridium memastikan daya tahan tinggi dan percikan konsisten stabil
c) Logam Iridium memiliki titik leleh sangat tinggi, cocok untuk teknologi tinggi, mesin performa tinggi saat ini.
d) Teknologi Trivalen Logam Plating memiliki kelebihan anti korosi dan meningkatkan kemampuan pada temperatur tinggi.
e) Akselerasi yang luar biasa, efisiensi bahan bakar yang tinggi serta memiliki waktu pemakaian yang panjang.
f) Bebas Perawatan.

Tabel 2. Spesifikasi Busi IZFR6K -13

Center Electrode Core Material	Copper Core
Center Electrode Tip Material	Iridium
Ground Configuration	Standard
Ground Electrode Core Material	Nickel
Core Ground Electrode Quantity	1
Ground Electrode Tip Design	Trapezoid
Hex Size	5/8"
Insulator Height	50.50 mm
Manufacturer Heat Range	6
Pre-Gap Size	0.052 in
Reach	0.75 in
Resistance	5000 Ohms
Seat Type	Flat
Thread Diameter	14.00 mm

Sumber : http://partcat.com/ngk

2) Tipe Busi Nikel (ZFR6K – 11)

Gambar 7. Busi Nikel Busi Nikel NGK untuk Honda Jazz RS 2012

Busi Nikel merupakan busi bawaan pada beberapa jenis kendaraaan. Bahan ujung elektroda dari nikel dan diameter center

electrode rata-rata 2,5 mm. Jarak pemakaian ini bisa sampai 20 ribu km, ketika kondisi pembakaran normal dan tak dipengaruhi oleh faktor lain macam oli mesin dan konsumsi BBM yang berlebihan.

Tipe busi ini masih banyak peminatnya, walaupun masih menggunakan bahan nikel pada ujung elektrodanya, harga yang ditawarkan dengan jenis busi ini masih tergolong yang paling murah. Sehingga banyak pengguna yang memilih busi ini ketimbang busi original untuk mesin tertentu. Pada Penelitian ini akan menggunakan busi tipe Nikel ini. Untuk kode seri dari busi nickel ini adalah ZFR6K – 11.

Tabel 3. Spesifikasi Busi ZFR6K -11

Center Electrode Core Material	Copper Core
Center Electrode Tip Material	Nickel w/ V-groove
Ground Configuration	Standard
Ground Electrode Core Material	Nickel Core
Core Ground Electrode Quantity	1
Ground Electrode Tip Design	Trapezoid
Hex Size	5/8"
Insulator Height	50.50 mm
Manufacturer Heat Range	6
Pre-Gap Size	0.044in
Reach	0.75 in
Resistance	5000 Ohms
Seat Type	Flat
Thread Diameter	14.00 mm

Sumber : http://partcat.com/ngk

3. Daya

Wiratmaja (2010:21) menyatakan “Daya adalah hasil dari kerja, atau dengan kata lain daya merupakan kerja atau energi yang dihasilkan mesin per satuan waktu mesin itu beroperasi. Pada motor bensin, *Brake Horsepower* (BHP) merupakan besaran untuk mengindikasikan horsepower aktual yang dihasilkan oleh mesin”.

Sejalan dengan itu Wiranto (2005:43) mengemukakan:

> “Daya mesin adalah besarnya kerja mesin selama waktu tertentu. Daya menjelaskan besarnya output kerja mesin yang berhubungan dengan waktu, atau rata-rata kerja yang dihasilkan. Daya berkaitan dengan kecepatan dan putaran atas mesin, hal ini terlihat dari seberapa cepat kendaraan itu mencapai suatu kecepatan tertentu dengan waktu sesedikit mungkin, dengan satuan kW (Kilowatt) atau HP (Horsepower)”.

Sedangkan menurut Muadi Ikhsan (2008) “Daya motor adalah kemampuan motor bakar untuk menghasilkan tenaga dari proses konversi energi panas menjadi tenaga putar”

Hasan Maksum (2012:15) menyatakan “Daya adalah hasil kerja yang dilakukan dalam batas waktu tertentu (F.c/t). Pada motor, daya merupakan perkalian antara momen putar (Mp) dengan putaran mesin (n)”. Jenis jenis daya pada mesin:

1. *Brake power* adalah daya yang diberikan oleh poros engkol
2. *Drawber power* adalah daya pada drawber dan tersedia untuk menarik beban
3. *Friction power* adalah daya yang digunakan untuk mengatasi gesekan-gesekan pada motor.

4. *Indicated power* adalah daya yang timbul dalam ruang pembakaran dan diterima oleh piston

Dari beberapa pendapat ahli diatas, dapat dikatakan bahwa Daya dapat diartikan sebagai hasil kerja, atau dengan kata lain Daya adalah kemampuan motor bakar untuk menghasilkan tenaga dari proses konversi energi panas menjadi tenaga putar, daya merupakan energi yang dihasilkan mesin persatuan waktu mesin itu beroperasi. Satuan daya yang dipilih untuk mesin biasanya *watt* (*Kw*) atau *Horse Power (HP).* Dalam menentukan performa motor daya merupakan salah satu parameternya, pengukuran daya dilakukan dengan menggunakan dinamometer dan *tachometer* atau alat lain dengan fungsi yang sama. Pada motor, daya merupakan perkalian antara momen putar dengan putaran mesin. Jadi daya yang akan diukur yaitu daya efektif, yang mana daya yang dibaca oleh alat ukur *dynamometer*.

Untuk menghitung besarnya daya motor 4 langkah digunakan rumus:

$$P = \frac{2\pi.n.T}{60000}(kW)$$

(Wiranto, 2005 : 45)

Dimana :

P =daya (kW) n = putaran mesin (rpm)
T =torsi (Nm) 1 kW = 1,34 (hp)

4. Torsi

Torsi adalah ukuran kemampuan mesin untuk melakukan kerja, jadi torsi adalah suatu energi. Besaran torsi adalah besaran turunan yang biasa digunakan untuk menghitung energi yang dihasilkan dari benda yang berputar pada porosnya.

Hasan Maksum (2012:15) menyatakan

> "Torsi (momen puntir) suatu motor adalah kekuatan poros engkol yang akhirnya menggerakkan kendaraan. Kekuatan putar poros ini pada mesin dihasilkan oleh pembakaran yang efeknya mendorong piston naik turun.Piston naik turun menyebabkan poros engkol yang kemudian akan ditransfer menuju ke roda-roda penggerak sehingga mencapai ke roda".

Sejalan dengan itu Wiratmaja (2010:20) mengatakan

> "Torsi momen puntir adalah suatu ukuran kemampuan motor untuk menghasilkan kerja. Didalam prakteknya torsi motor berguna pada waktu kendaraan akan bergerak (start) atau sewaktu mempercepat laju kendaraan, dan tenaga berguna untuk memperoleh kecepatan tinggi. Besarnya torsi akan sama, berubah-ubah atau berlipat, torsi timbul akibat adanya gaya tangensial pada jarak dari sumbu putaran.

Adapun perumusan dari torsi adalah sebagai berikut. Apabila suatu benda berputar dan mempunyai besar gaya sentrifugal sebesar F, benda berputar pada porosnya dengan jari-jari sebesar b, dengan data tersebut torsinya adalah:

$$T = F \times b \ (N.m)$$

Dimana:

T = Torsi benda berputar (N.m)

F = Gaya sentrifugal dari benda yang berputar (N)

b = Jarak benda ke pusat rotasi (m)

Karena adanya torsi inilah yang menyebabkan benda berputar pada porosnya, dan benda akan berhenti apabila ada usaha melawan torsi dengan besar sama dengan arah yang berlawanan.

Berdasarkan kutipan di atas maka dapat disimpulkan bahwa torsi (momen puntir) suatu motor adalah kekuatan poros engkol yang akhirnya menggerakkan kendaraan, Di dalam prakteknya torsi motor berguna pada waktu kendaraan akan bergerak (start) atau sewaktu mempercepat laju kendaraan, dan tenaga berguna untuk memperoleh kecepatan tinggi. Besarnya torsi akan sama, berubah-ubah atau berlipat, torsi timbul akibat adanya gaya tangensial pada jarak dari sumbu putaran. Untuk sebuah mesin yang berpotensi dengan kecepatan tertentu dan meneruskan daya, maka akan timbul torsi atau gaya (F) dan (R) dalam keadaan konstan, yang besarnya dapat ditentukan dari persamaan :

$$T = F \cdot R$$ (Bonick,2008:83)

Untuk menentukan nilai F digunakan persamaan :

$$F = MBD \cdot g$$

Dimana :
T = Torsi (Kgf.m)
F = Gaya (Kgf)
R = Jari – jari (m)
G = Gravitasi (m/s2)
MBD = Massa Beban Dynamometer (kg)

5. Faktor – faktor yang Mempengaruhi Daya dan Torsi

Kemampuan mesin adalah prestasi dari suatu mesin yang erat hubungannya dengan torsi mesin yang dihasilkan serta daya guna dari

mesin tersebut. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kemampuan mesin yaitu sebagai berikut:

a. Volume Langkah Piston

Arends (1996:30) menyatakan:

> "Volume langkah piston, (VL) adalah volume langkah piston dari seluruh silinder pada suatu mesin diukur dari TMA (Titik Mati Atas) sampai TMB (Titik Mati Bawah). Volume langkah ini selanjutnya akan mempengaruhi volume gas yang masuk keruang silinder, sedangkan gas yang masuk nantinya akan menghasilkan energi pembakaran setelah gas tersebut dibakar. Apabila gas yang masuk jumlahnya besar maka hasil energi pembakarannya juga akan besar. Apabila volume langkah kecil, maka gas yang masuk sedikit dan energi hasil pembakarannya juga akan kecil, dan akan mempengaruhi dari torsi dan daya pada motor tersebut".

Berdasarkan teori di atas maka penulis dapat dikatakan bahwa semakin besar volume langkah semakin besar pula output mesin yang dihasilkan. Tentunya harus didukung dengan sistem-sistem pendukung lainnya.Untuk menghitung volume langkah piston perlu mengumpulkan data-data terlebih dahulu, seperti diameter silinder dan panjang langkah piston.

b. Perbandingan Kompresi

Menurut Silaban (2011:38) mengemukakan:

> "Perbandingan kompresi menunjukkan berapa jauh campuran udara – bahan bakar yang dihisap selama langkah hisap dikompresikan dalam silinder selama langkah kompresi. Dengan kata lain adalah perbandingan dari volume silinder dan volume ruang bakar saat torak pada posisi TMB (V2) dengan volume ruang bakar saat torak di posisi TMA (V1)".

Berdasarkan teori diatas maka penulis dapat menyimpulkan perbandingan kompresi adalah suatu harga perbandingan yang ditentukan oleh besarnya volume langkah dan volume ruang bakar.

c. Perbandingan Bahan Bakar dan Udara

Jalius (2008:248) menyebutkan "Campuran gemuk jumlah udara yang masuk lebih kecil dari jumlah syarat udara dalam teori, pada situasi ini mesin kekurangan udara, campuran gemuk, dalam batas tertentu dapat meningkatkan daya mesin".

Berdasarkan teori diatas maka penulis dapat menyimpulkan perbandingan campuran bahan bakar dan udara adalah faktor yang mempengaruhi kesempurnaan proses pembakaran didalam ruang bakar merupakan komposisi campuran bensin dan udara, maka penambahan rangkaian *non-inverting amplifier* tergolong pada faktor pengontrol campuran bahan bakar dan udara berdasarkan cara kerja dan didukung oleh teori-teori lainnya.

d. Putaran *Engine*

Arends (1996:39) menyebutkan "Mempertinggi putaran *engine* (frekuensi putar) dapat menaikan daya spesifik motor karena mempertinggi frekuensi putar berarti lebih banyak terjadi langkah kerja pada waktu yang sama".

Berdasarkan teori diatas maka penulis dapat menyimpulkan naiknya putaran *engine* dapat meningkatkan kecepatan pembakaran sehingga daya motor akan meningkat.

6. Emisi Gas Buang

Srikandi (1992: 93) menyatakan bahwa “Sumber polusi yang utama berasal dari transportasi, dimana hampir 60% dari polutan yang dihasilkan terdiri dari karbon monoksida dan sekitar 15% terdiri dari hidrokarbon”.

Menurut Pulkrabek (2004: 277) menyatakan bahwa “Emisi gas buang dapat mencemari lingkungan dan berkontribusi terhadap pemanasan global, hujan asam, kabut asap, bau dan gangguan pada pernafasan. Penyebab utamanya adalah pembakaran yang tidak sempurna dengan pemisahan nitrogen dan kotoran dalam bahan bakar dan udara”.

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

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

Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup dan kehutanan Indonesia Nomor 05 Tahun 2006 tentang ambang batas emisi gas buang kendaraan bermotor lama yang menyatakan bahwa, metode uji kandungan CO dan HC diukur pada kondisi tanpa beban *(idle)* yaitu putaran mesin 800 RPM sampai 1400 RPM dan pada saat temperature mesin normal (60ºC sampai dengan 70ºC) dengan ambang batas emisi gas buang untuk kendaraan bermotor tipe M N dan O sebagai berikut:

Tabel 4. Ambang batas emisi gas buang kendaraan bermotor

Kategori	**Tahun Pembuatan**	**Parameter**			**Metode Uji**
		CO (%)	**HC (ppm)**	**Opasitas (% HSU)**	
Berpenggerak motor bakar cetus api (bensin)	< 2007 ≥ 2007	4.5 1.5	1200 200		Idle
Berpenggerak motor bakar penyalaan kompresi (diesel) -GVW < 3,5 ton -GVW > 3,5 ton	 < 2010 ≥ 2010 < 2010 ≥ 2010	5.5	200	 70 40 70 50	Percepatan Bebas

Sumber: *Menteri Negara Lingkungan Hidup 2006*

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

a. Karbon monoksida (CO)

Srikandi (1992: 94) mengemukakan bahwa “Karbon monoksida (CO) adalah suatu komponen yang tidak berwarna, tidak berbau dan tidak mempunyai rasa yang terdapat dalam bentuk gas pada suhu diatas

192 ^{0}C komponen ini mempunyai berat sebesar 95.5% dari berat air dan tidak larut di 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 cukup nya waktu pada siklus untuk menyelesaikan pembakaran".

Menurut Nur Ika Setyowati Anggraeni Karbon monoksida (CO) adalah suatu gas tidak berwarna, tidak berbau yang dihasilkan oleh pembakaran tidak sempurna material yang mengandung zat arang atau bahan organik, baik dalam alur pengolahan hasil jadi industri, ataupun proses di alam lingkungan. Ia terdiri dari satu atom karbon yang secara kovalen berikatan dengan satu atom oksigen. Dalam ikatan ini, terdapat dua ikatan kovalen dan satu ikatan kovalen koordinasi antara atom karbon dan oksigen.

Mengenai efek karbon monoksida Chahaya (2005) dalam jurnalnya yang berjudul *(Dampak Emisi Gas Buang Terhadap Lingkungan)* mengatakan, "Dampak yang ditimbulkan oleh gas CO adalah peningkatan kadar CO dalam hemoglobin darah manusia (CO-Hb) yang akan menghambat fungsi hemoglobin (Hb) dalam membawa oksigen dari paru-paru ke seluruh tubuh. Akibatnya dapat merusak otak, jantung, dan menyebabkan kematian". Selain itu Sugiarti (2009: 55) juga menambahkan, "Di perkotaan yang padat kendaraan bermotor konsentrasi gas CO sekitar 10-15 ppm yang dapat mengakibatkan

turunnya berat janin dan meningkatkan jumlah kematian bayi serta kerusakan otak".

Ada pun tanda tanda dan gejala yang terjadinya kercacunan CO sebagai berikut.

Tabel 5. Efek pajanan gas CO

Konsentrasi rata-rata 8 jam (ppm)	**Konsentrasi COHB dalam Darah (%)**	**Gangguan pada Tubuh**
25 – 50	2,5 – 5	Tidak ada gejala
50 – 100	5 – 10	Aliran darah meningkat sakit kepala ringan
100 – 250	10 – 20	Tegang daerah dahi, sakit kepala, penglihatan agak terganggu
250 – 450	20 – 30	Sakit kepala sedang, berdenyutdenyut, dahi (throbbing temple), wajah merah dan mual
450 – 650	30 – 40	Sakit kepala berat, vertigo, mual, muntah, lemas, mudah terganggu pingsan pada saat bekerja
650 – 1000	40 – 50	Seperti di atas, lebih berat, mudah pingsan dan jatuh
1000 – 1500	50 – 60	Koma, hipotensi, kadang disertai kejang, pernafasan Cheyne-Stokes
1500 – 2500	60 – 70	Koma dengan kejang, penekanan pernafasan dan fungsi jantung, mungkin terjadi kematian
2500 – 4000	70 – 80	Denyut nadi lemah, pernafasan lambat, gagal hemodinamik, kematian

Sumber: Nur Ika Setyowati Anggraeni (2009: 19)

b. Karbon dioksida (CO2)

CO2 (Karbon Dioksida). Karbon dioksida adalah gas yang tidak berwarna dan tidak berbau. Ketika dihirup pada konsentrasi yang lebih tinggi dari konsentrasi karbon dioksida di atmosfer, ia akan terasa asam di mulut dan menyengat di hidung dan tenggorokan. Efek ini disebabkan oleh pelarutan gas di membran mukosa dan saliva, membentuk larutan asam karbonat yang lemah.

Menurut Srikadi (1992: 91) menyatakan, " Konsentrasi CO_2 di udara selalu rendah, yaitu sekitar 0.03%. konsentrsi CO_2 mungkin akan naik, tetapi masih dalam kisaran beberapa per seratus persen, misalnya pembusukan sampah tanaman, pembakaran".

Dalam pembakaran yang sempurna, CO2 harus tinggi dan O2 rendah. CO2 merupakan indikasi dari tingkat efisiensi pembakaran mesin bensin. Pada mesin mobil generasi lama, pencampuran bahan bakar dengan udara diproses oleh karburator.sedangkan mobil terbaru sudah menggunakan sistem injeksi. Sehingga dapat disimpulkan CO2 merupakan indikator untuk melihat tingkat efisiensi pembakaran bahan bakar dan udara pada mesin bensin.

c. Hidro karbon (HC)

Menurut Srikandi (1992: 113) menyatakan bahwa "Hidrokarbon merupakan polutan udara primer karena dilepas ke udara secara langsung". Selain itu 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, ladang dan lain sebagainya.

Menurut M. Nasir (2015 : 5) menyatakan "Bensin adalah senyawa hidrokarbon, jadi setiap HC yang didapat di gas buang kendaraan menunjukkan adanya bensin yang tidak terbakar dan terbuang bersama sisa pembakaran"

Menurut Wisnu (2004: 54) menyatakan "hidrokarbon terbentuk dari campuran bahan bakar yang tidak tercampur rata pada saat pembakaran, sehingga tidak bereaksi dengan oksigen, maka hidrokarbon ini akan ikut keluar dengan gas buang hasil pembakaran dan menjadi bahan pencemar udara". Mengenai pengaruh hidrokarbon terhadap kesehatan manusia, Sugiarti (2009: 56) menjelaskan:

> "Sebenarnya HC dalam jumlah sedikit tidak membahayakan kesehatan manusia, walaupun bersifat toksik, kecuali dalam jumlah banyak di udara dan tercampur dengan bahan pencemar lain maka sifat toksiknya akan meningkat. HC berupa gas lebih toksik dibanding dalam wujud cairan dan padatan. Bila HC padatan (partikel) dan cairan bercampur dengan pencemar lain akan membentuk ikatan-ikatan kimia baru yang sering disebut *Polyciclic Atomatic Hydrocarbon* (PAH). PAH ini merangsang terbentuknya sel-sel kanker bila terhisap masuk ke paru-paru, dan PAH yang bersifat karsinogenik ini banyak terdapat pada daerah industri dan daerah padat lalu lintasnya, yang bersumber utama dari gas buangan hasil pembakaran bahan bakar fosil. Toksisitas HC *aromatic* lebih tinggi dari pada HC alisiklik. Dalam keadaan gas, HC dapat menyebabkan iritasi pada membran mukosa dan menimbulkan infeksi paru-paru bila terhisap".

Untuk lebih jelasnya dapat kita lihat pada tabel pengaruh senyawa HC terhadap kesehatan manusia, seperti berikut :

Tabel 6. Pengaruh Senyawa HC terhadap Kesehatan Manusia

Senyawa HC	Konsentrasi (ppm)	Pengaruhnya
Benzena	100	Iritasi terhadap mukosa
	3.000	Lemas (0,5 – 1 jam)
	7.500	Paralysys (0,5 – 1 jam)
	20.000	Kematian (5 – 10 menit)
Toluena	200	Pusing, lemah, pandangan kabur setelah 8 jam.
	600	Gangguan saraf dan dapat diikuti kematian setelah kontak dalam waktu yang lama.

Sumber: Wardhana (2004: 124)

Nur Ika (2009 : 16) Sumber CO buatan antara lain kendaraan bermotor, terutama yang menggunakan bahan bakar bensin. Berdasarkan estimasi, jumlah CO dari sumber buatan diperkirakan mendekati 60 juta Ton per tahun. Separuh dari jumlah ini berasal dari kendaraan bermotor yang menggunakan bakan bakar bensin dan sepertiganya berasal dari sumber tidak bergerak seperti pembakaran batubara dan minyak dari industri dan pembakaran sampah domestik.

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, Karbon Monoksida, Nitrogen Oksida". Sebagian besar dari emisi gas buang tersebut merupakan gas beracun yang dapat membahayakan bagi kesehatan manusia dan kelestarian lingkungan seperti Karbon Monoksida, Hidrokarbon, Nitrogen Oksida, senyawa timah, Sulfur Oksida dan arang. Emisi gas buang bisa juga diartikan

sebagai hasil pembakaran bahan bakar didalam ruang bakar yang dikeluarkan melalui system pembuangan engine.

Kadar CO dapat berkurang apabila memaksimalkan penggunaan jenis bahan bakar dan kecepatan putaran mesin. Dikutip dari Dori Yuvenda (2016 : 5)"semakin tinggi putaran mesin maka terjadi penurunan kadar emisi gas buang CO baik pada pengujian standart dengan mesin berbahan bakar premium yang dispesifikasikan pabrik maupun dengan bahan bakar pertamax".

7. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Emisi Gas Buang

Beni (2007: 698) mengatakan bahwa, banyak faktor yang mempengaruhi kandungan emisi gas buang yang dihasilkan dari proses pembakaran pada motor bensin, diantaranya yaitu :

a. Campuran bahan bakar dan udara

Menurut Daryanto (2003: 66) menyatakan, "perbandingan campuran udara dan bensin yang ideal adalah 15 kg udara dengan 1 kg bensin". Menurut Beni (2007) mengatakan, "perbandingan campuran yang ideal adalah sebesar 1 (C_8H_{18}) : 14,7 (O_2) (dalam satuan berat)". Hal serupa juga dikatakan Awal (2006: 263) menyatakan, "untuk membakar 1 gram bensin dengan sempurna diperlukan 14,7 udara". Selanjutnya Beni (2007) juga menambahkan, "jika campuran terlalu kurus, NO_x akan meningkat, akan tetapi HC akan menurun secara mendadak karena adanya kegagalan proses pembakaran". Untuk campuran kaya, kadar NOx akan menurun tetapi kadar CO dan HC

meningkat. Pendapat yang sama juga dikatakan Awal (2006: 264), ”pada kondisi AFR kurus dimana kosentrasi CO dan HC menurun pada saat NOx meningkat, sebaliknya AFR kaya NOx menurun tetapi CO dan HC meningkat”.

Berdasarkan kutipan diatas dapat disimpukan bahwa, campuran udara dan bahan bakar yang ideal sebesar 14,7 – 15 udara dengan 1 bahan bakar dalam satuan berat. Campuran bahan bakar kaya (kekurangan oksigen) akan menyebabkan kandungan gas karbon monoksida (CO) dan gas hidrokarbon (HC) meningkat. Jika campuran bahan bakar kurus (kelebihan oksigen) akan membuat kandungan gas karbon monoksida (CO) dan gas hidrokarbon (HC) menurun, tetapi gas nitrogen oksida (NOx) meningkat.

b. Timing Pengapian

Pembakaran di dalam silinder kendaraan akan menentukan besarnya daya,torsi dan emisi dari hasil pembakaran tersebut. Pada motor bensin, penyalaan campuran bahan bakar dan udara yang ada dalam di silinder dilakukan oleh sistem 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 mengakibatkan pembakaran menjadi tidak sempurna sehingga akan menyebabkan kecendrungan emisi gas buang yang dihasilkan

menjadi tinggi". Selanjutnya Gunadi (2010) juga mengatakan, "Perubahan timing pengapian akan mempengaruhi kandungan emisi yang dihasilkan. Untuk bahan bakar bensin, memundurkan pengapian akan berdampak pada menurunnya emisi gas buang. Ketika pengapian dimajukan, maka HC meningkat drastis".

c. Kecepatan mesin

Menurut Mrihardjono (2012), "Salah satu faktor yang mempengaruhi emisi gas buang yang dikeluarkan kendaraan adalah kecepatan kendaraan (putaran mesin)". Ketika kecepatan/putaran rendah emisi gas buang yang dihasilkan tinggi sedangkan apabila kecepatan atau putaran *engine* tinggi maka emisi gas buang yang dihasilkan kendaraan akan menurun. Hal ini dapat dilihat pada gambar grafik di bawah ini

Menurut Marlok (1992) menyatakan: "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".

d. Rasio kompressi

Menurut Gupta (2009: 552) menyatakan bahwa: "Rasio kompresi akan berpengaruh terhadap emisi HC yang dihasilkan, karena emisi HC timbul dari pendinginan pada permukaan dinding ruang bakar yang

dapat mengurangi kosentrasi emisi HC. CO tidak terpengaruh dari perubahan dari rasio kompressi".

B. Penelitian yang relevan

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

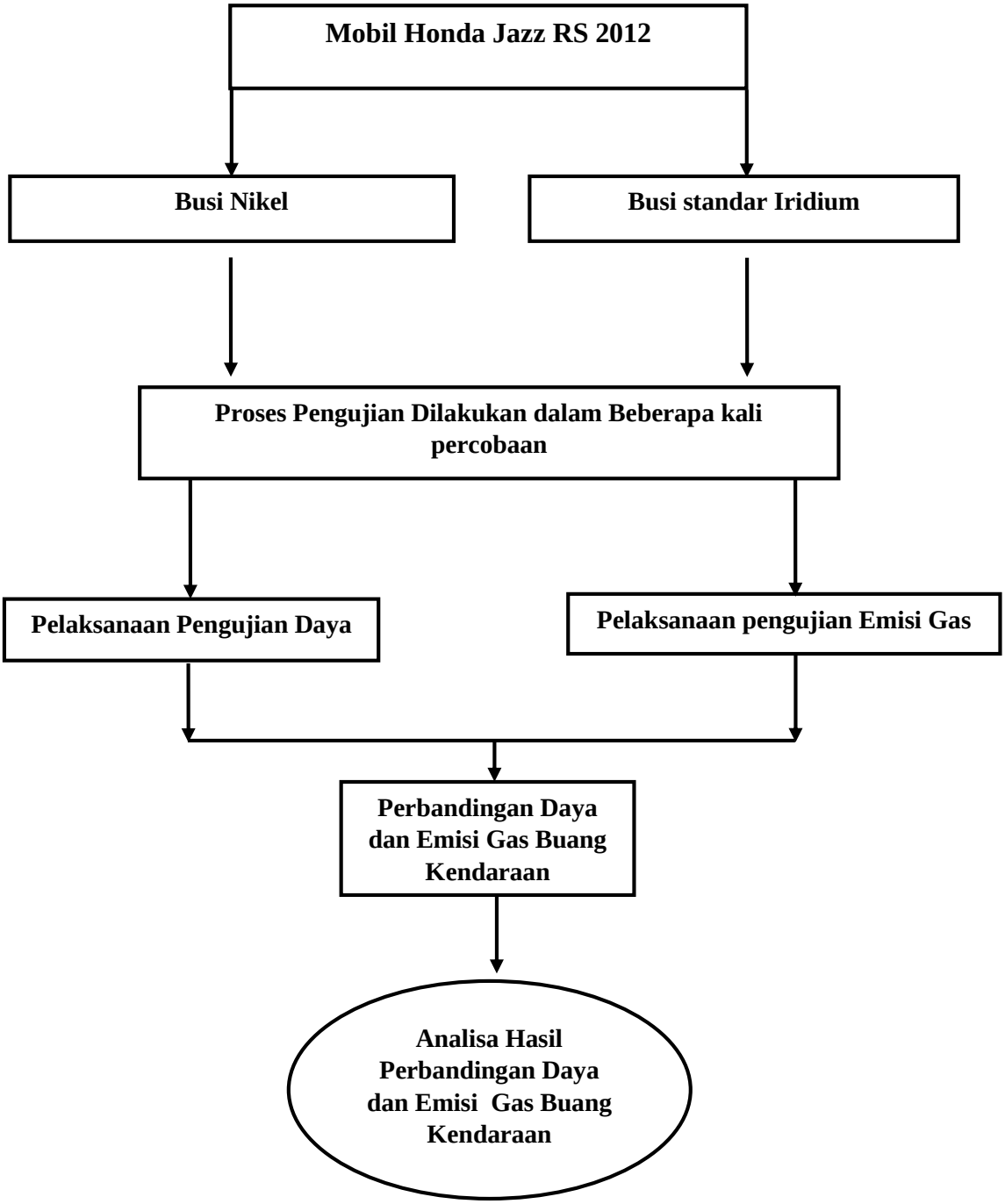
1. Dani Irawan (2017), Pengaruh jenis Busi dan Campuran Bahan Bakar terhadap Konsumsi Bahan Bakar Mobil EFI. Hasil penelitianya menyatakan terjadinya penghematan bahan bakar pada penggunaan busi NGK G-Power dengan nilai kenaikan konsumsi bahan bakar sebesar 1.05 % dibandingkan dengan kondisi standar
2. Sulis (2013), Perbandingan Unjuk Kerja Mesi 4 langkah Menggunakan Busi dan Koil Standar Dengan Busi dan Koil Racing. Hasil penelitianya menyatakan (1) busi standar dan koil standar menghasilkan nilai torsi tertinggi 7,17 Nm, daya 7,43 HP, Konsumsi bahan bakar terendah 0, 936kg/jam. (2) busi racing dan koil racing menghasilkan nilai torsi tertinggi 7,92 Nm, daya 8,1 HP, konsumsi bahan bakar terndah 0,860 kg/jam. (3) Busi standar dan koil racing menghasilkan nilai torsi tertinggi 7,56 Nm, daya 7,81 HP, konsumsi bahan bakar terendah 0,901 kg/jam (4) busi racing dan koil standar menghasilkan nilai torsi tertinggi 7,29 Nm, daya 7,63HP, konsumsi bahan bakar terendah 0,920 kg/jam. Jadi penggunaan busi racing dan koil racing dapat meningkatkan unjukkerja dari mesin 4 langkah honda supra X 100cc. Hal ini terbukti dengan adanya

peningkatan nilai torsi, daya dan penurunan pemakaian bahan bakar dari hasil penelitian.

3. Dani Irawan (2017). terdapat pengaruh antara jenis busi terhadap konsumsi bahan bakar., Dari pengujian percikan bunga api busi, dapat disimpulkan bahwa busi NGK Standar merupakan busi yang paling baik diantara 3 busi yang lainnya. Hal ini disebabkan penghasil arus yang lebih besar dibandingkan dengan busi lainya, sehingga akan diperoleh suhu bunga api busi yang tinggi yang dapat membantu proses pembakaran dalam ruang bakar menjadi lebih sempurna dan diprediksi dapat menghasilkan torsi dan daya yang maksimum.

C. Kerangka Berfikir

Melalui penelitian ini akan diungkapkan besarnya kandungan emisi gas buang pada mobil Honda Jazz RS tahun 2012 yang busi standar Iridium dan menggunakan,Busi Nikel. Kemudian akan dilihat masing – masing daya,torsi dan kandungan emisi gas buang pada mobil Honda Jazz RS tahun 2012 tersebut. Secara lebih jelas kerangka penelitian ini dapat di lihat pada gambar 8



Gambar 8. Kerangka berfikir

D. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan uraian masalah dan landasan teori diatas, maka dapat diajukan pertanyaan penelitian terkait komparasi penggunaan busi Nikel dan busi standar Iridium yang diterapkan pada mobil Honda Jazz RS tahun tahun 2012 diantaranya :

1. Berapa besar daya, torsi dan emisi gas buang pada penggunaan busi Nikel?
2. Berapa besar daya, torsi dan emisi gas buang pada penggunaan busi standar Iridium?
3. Berapa besar perbedaaan daya, torsi dan emisi gas buang pada penggunaan busi Nikel dan busi standar Iridium pada Honda Jazz RS tahun 2012?

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

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

1. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada Honda jazz RS tahun tahun 2012, terdapat pengaruh pada penggunaan busi Nikel dan standar Iridium terhadap daya. Daya tertinggi dengan busi Nikel pada putaran mesin rata-rata 6643 rpm sebesar 78.4 Kw sedangkan menggunakan busi standar Iridium pada putaran mesin rata-rata 6191 rpm sebesar 86.7 Kw sehingga terjadi peningkatan daya sebesar 8.3 Kw (9,57 %)
2. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada Honda jazz RS tahun tahun 2012, terdapat pengaruh pada penggunaan busi Nikel dan standar Iridium terhadap torsi. Torsi tertinggi busi Nikel pada putaran mesin rata-rata 6643 rpm sebesar 116 N.m sedangkan menggunakan standar Iridium pada putaran mesin rata-rata 6191 rpm sebesar 133.9 N.m sehingga terjadi peningkatan torsi sebesar 17,9 N.m (13,36%)
3. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada Honda jazz RS tahun tahun 2012, terdapat pengaruh pada penggunaan busi Nikel dan standar Iridium terhadap emisi gas buang. Emisi tertinggi terdapat pada busi Nikel pada putaran mesin putaran idle dan 2500 dengan CO sebesar 0% dan 0%, CO2 14,93% dan 14,83% , HC 0 Ppm dan 3.3 Ppm, sedangkan menggunakan standar Iridium pada putaran mesin idle dan 2500 dengan

CO sebesar 0% dan 0%, CO2 sebesar 15,05% dan 15,03%, HC 0% dan 0%, sehingga terjadi peningkatan emisi gas buang pada CO2 sebesar 0,8% dan 1.33%, dan penurunan pada HC 100%.

B. Saran

1. Bagi masyarakat para pemilik kendaraan bermotor khususnya mobil sebaiknya menggunakan busi standar spesifikasi dan bahan bakar yang disarankan karena banyak manfaat yang di dapatkan tidak hanya peforma mesin,tapi juga bisa mengurangi emisi dan memperpanjang umur kendaraan itu sendiri. Sehingga nantinya diharapkan timbul kesadaran untuk penggunaan busi standar dan mengurangi pencemaran terhadap lingkungan, khususnya yang bersumber dari kendaraan bermotor.
2. Bagi peneliti selanjutnya sangat baik jika dianalisa faktor-faktor atau variabel-variabel lain yang mempengaruhi daya,torsi dan emisi gas buang dengan beberapa macam tipe kendaraan lain.
3. Penelitian ini hanya membahas tentang pengaruh penggunaan busi nikel dan standar Iridium terhadap daya,torsi dan emisi gas buang diharapkan untuk penelitian selanjutnya dapat membahas semua jenis pengaruh yang dihasilkan oleh berbagai jenis busi dan kendaraan yang berbeda untuk mengkaji lebih dalam lagi pengaruh penggunaan busi Nikel dan standar Iridium ini

DAFTAR PUSTAKA

Allan Bonnick.(2008). Automotive Science and Mathematics. Elsevier Ltd: Hungary

Arends, Berenschot. 1980. Motor Bensin. Jakarta: Erlangga.

Awal Syahrani. (2006). ”Analisis Kinerja Mesin Berdasarkan Hasil Uji Emisi”. Jurnal SMARTEK.vol. 4. No. no hlm. 260-266.

Beni Setya Nugraha. (2007). “Aplikasi Teknologi Injeksi Bahan Bakar Elektronik (EFI) Untuk Mengurangi Emisi Gas Buang Sepeda Motor”. Journal Pendidikan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta. Vol 5 no. 2. Halaman 696-706.

Chahaya. I. (2005). Dampak Emisi Gas Buang Terhadap Kesehatan dan Lingkungan. Jurnal Info Kesehatan Masyarakat. Volume IX No. 1 Juni 2005.

Daryanto. (2003). Dasar-dasar Teknik Mobil. Jakarta: Bumi Aksara.

Daryanto. (2011). Teknik Reparasi dan Perawatan Sepeda Motor. Jakarta: Bumi Aksara

Dori Yuvenda, R. Candra, (2013). Pengaruh Saat Pengpaian Terhadap Emisi Gas Baung Karbon Monoksida (CO) Pada Motor Bensin Empat Langkah Berbahan Bakar Pertamax. Padang. Universitas Negeri Padang.

Gunadi. (2010). “Pengaruh Waktu Pengapian (Ingnition Timing) Terhadap Emisi Gas Buang Pada Mobil Dengan Sistem Bahan Bakar Sistem Injeksi (EFI) “. Laporan Penelitian FT UNY. Hlm. 1-19.

Gupta, H.N. (2009). Fundamental Of Internal Combustion Engines. Delhi: PHI Learning Private Limited. Halaman. 552-553.

Hasan Maksum, dkk. (2012).Tekonologi Motor Bakar.Padang: UNP Press.

Honda Indonesia. https://www.hondaindonesia.com/model/jazz . 6 September 2018.

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

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

J.D Hadisoemarto, 1980, Pelajaran Teknik Mobil. Usaha Nasional : Surabaya