

**ANALISA PENGGUNAAN VARIASI MUFFLER DAN BUSI
TERHADAP TORSI DAN DAYA PADA MOTOR BAKAR**

SKRIPSI

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



Oleh:

MIRZA ADITIA

NIM 17073027

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK OTOMOTIF
JURUSAN TEKNIK OTOMOTIF
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2022**

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

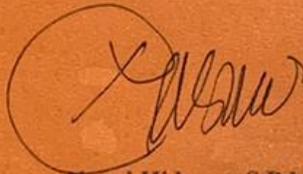
Analisa Penggunaan Variasi *Muffler* Dan Busi Terhadap Torsi Dan Daya Pada

Motor Bakar

Nama : Mirza Aditia
NIM : 17073027
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif
Jurusan : Teknik Otomotif
Fakultas : Teknik

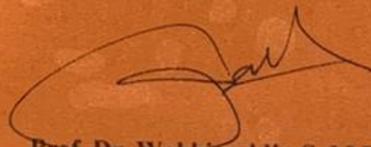
Padang, 24 Agustus 2022

**Disahkan Oleh :
Pembimbing**



Nuzul Hidayat, S.Pd, MT
NIP. 19870116 201504 1 002

**Mengetahui :
Ketua Jurusan Teknik Otomotif**



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

HALAMAN PERSETUJUAN TIM PENGUJI

Nama : Mirza Aditia

NIM : 17073027

Dinyatakan Lulus Setelah Mempertahankan Skripsi di Depan Tim Penguji

Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif

Universitas Negeri Padang

Dengan Judul

**Analisa Penggunaan Variasi *Muffler* Dan Busi Terhadap Torsi Dan Daya Pada
Motor Bakar**

Padang, 24 Agustus 2022

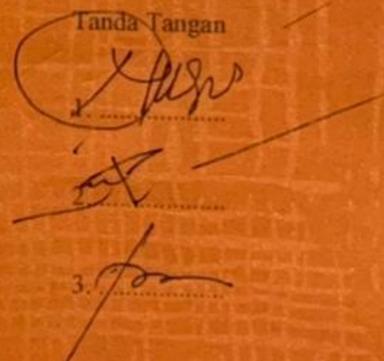
Tim Penguji

Ketua : Nuzul Hidayat, S.Pd, MT

Sekretaris : Drs. Martias, M.Pd

Anggota : Hendra Dani Saputra, S.Pd.,M.Pd.T.

Tanda Tangan



3.



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK OTOMOTIF
Jl. Prof Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang 25171
Telp.(0751), 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 : **Mirza Aditia**
NIM/TM : 17073027/2017
Program Studi : Pendidikan teknik Otomotif
Jurusan : Teknik Otomotif
Fakultas : Teknik
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Padang

Dengan ini menyatakan, bahwa Skripsi saya dengan judul “**Analisa Penggunaan Variasi Muffler Dan Busi Terhadap Torsi Dan Daya Pada Motor Bakar.**” 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 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, Agustus 2022

Saya yang menyatakan,



Mirza Aditia
NIM. 17073027/2017

Abstrak

Mirza Aditia, 2022: Analisa Penggunaan Variasi *Muffler* Dan Busi Terdapat Torsi Dan Daya Pada Motor Bakar

Berdasarkan pengalaman peneliti dan masyarakat menginginkan *performance* yang prima dan memiliki torsi dan daya yang baik. Kurang puasnya masyarakat dengan torsi dan daya maksimal pada kendaraan standard. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penggunaan variasi *muffler* dan busi terhadap torsi dan daya pada motor bakar.

Penelitian ini bersifat eksperimen bertujuan mengetahui pengaruh variasi busi dan *muffler* terhadap torsi dan daya pada motor bakar. Desain penelitian ini adalah gambaran pelaksanaan atau langkah kerja untuk melakukan pengujian yang dilakukan pada saat kegiatan penelitian. Setiap proses pelaksanaan penelitian dimulai dengan mempersiapkan bahan dan peralatan untuk melakukan penelitian adalah mobil avanza tahun 2013.

Pengujian menggunakan busi iridium menggunakan *muffler* standart diperoleh hasil pengujian torsi maksimal 175,0 N.m pada putaran mesin 4638 Rpm dan daya maksimal 150,3 Hp pada putaran mesin 6731 Rpm, pengujian busi platinum menggunakan *muffler* standar didapat rata - rata hasil pengujian torsi maksimal 175,3 N.m pada putaran mesin 4782 Rpm dan daya maksimal 151,4 Hp pada putaran mesin 6643 Rpm dengan persentase torsi 3,02 % dan daya 0,20%, pemakaian busi nikel dan *muffler racing* rata - rata pengujian torsi maksimal 176,2 N.m putaran mesin 4802 Rpm daya maksimal 152,8 Hp pada putaran mesin 6616 Rpm. Berdasarkan data hasil penelitian torsi dan daya yang dihasilkan paling besar yaitu busi platinum menggunakan *muffler racing* dengan kenaikan torsi sebesar 5,87 % dan persentase kenaikan daya 0,53 %.

Kata Kunci: Variasi *Muffler* dan busi, Torsi dan Daya.

Abstract

Mirza Aditia, 2022: Analysis of the Use of Muffler and Spark Plug Variations There is Torque and Power in the Fuel Motor

Based on the experience of researchers and the community, they want excellent performance and have good torque and power. People are not satisfied with the maximum torque and power on standard vehicles. This study aims to determine the use of muffler and spark plug variations on torque and power on the combustion engine.

This research is an experimental study aimed to determine the effect of variations of spark plugs and mufflers on torque and power on the combustion engine. The design of this research is a description of the implementation or work steps to carry out tests carried out during research activities. Each research implementation process begins with preparing materials and equipment to conduct research, namely the 2013 Avanza car.

Tests using iridium spark plugs using a standard muffler obtained a maximum torque test result of 175.0 N.m at 4638 rpm engine speed and a maximum power of 150.3 hp at 6731 rpm engine speed, platinum spark plug testing using a standard muffler obtained an average maximum torque test result of 175, 3 N.m at engine speed of 4782 Rpm and maximum power of 151.4 Hp at engine speed of 6643 Rpm with a torque percentage of 3.02% and power 0.20%, the use of nickel spark plugs and racing mufflers - the average maximum torque test is 176.2 N.m round 4802 Rpm engine with a maximum power of 152.8 Hp at 6616 Rpm engine speed. Based on the research data, the torque and power produced are the largest, namely platinum spark plugs using a racing muffler with an increase in torque of 5.87% and a percentage increase in power of 0.53%.

Keywords: *Muffler and spark plug variations, torque and power.*

HALAMAN PERSEMBAHAN

الرَّحِيمِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum, Wr. Wb

Alhamdulillah puji syukur kepada Allah SWT, karena atas kehendak dan ridhanya saya dapat menyelesaikan Skripsi ini. Saya sadari skripsi ini tidak akan selesai tanpa doa, dukungan dari berbagai pihak. Dalam kesempatan kali ini saya ingin mengucapkan banyak terimakasih kepada :

Ayahhanda Eri Suharman dan Ibunda Erlindawati, orang paling hebat di antara yang terhebat yang sampai detik ini selalu mendoakan dan memberikan dukungan luar biasa atas segala urusan saya hingga sampai titik menyanggah gelar sarjana/strata satu (S1) ini. Gelar yang saya persembahkan untuk mereka berdua sebagai bukti bahwa mereka berhasil mendidik seorang putra walaupun dalam keterbatasan. Kepada Ayah, Ibu, Kakak, dan keluarga yang selalu menjadi alasan saya untuk tetap semangat, terimakasih atas do'a dan motivasi tiada henti dari kalian.

Teman seperjuangan Jurusan Teknik Otomotif 2017, adinda, dan kakanda Jurusan Teknik Otomotif yang sama-sama berjuang dan selalu memberikan banyak bantuan dan semangat dalam penyelesaian skripsi ini.

Hormatsaya



Mirza Aditia

17073027/2017

KATA PENGANTAR
الرَّحْمَنِ اللَّهِ بِسْمِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum, Wr. Wb

Puji syukur diucapkan kehadirat Allah SWT, atas berkat rahmat dan limpahan karunia-Nya, sehingga peneliti dapat menyelesaikan proposal penelitian yang berjudul “Analisa Penggunaan Variasi *Muffler* Dan Busi Terhadap Torsi dan Daya Pada Motor Bakar”. Shalawat serta salam tidak lupa peneliti sampaikan kepada junjungan umat Islam yakni-Nya Nabi Muhammad SAW yang mana beliau telah membawa umatnya dari zaman kebodohan ke zaman yang penuh dengan ilmu pengetahuan seperti yang kita rasakan pada saat ini.

Rasa cinta dan bangga juga peneliti sampaikan buat kedua orang tua dan keluarga tercinta. Semoga segala cinta dan dukungan yang tulus dari mereka mendapat balasan yang setimpal dari Allah SWT. Amin.

Dalam penyusunan dan penulisan skripsi ini, peneliti tidak lepas dari bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, yang secara akademis maupun non akademis membantu kelancaran peneliti dalam penyempurnaan skripsi ini.

Untuk itu peneliti mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Fahmi Rizal, M.Pd., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
2. Bapak Prof. Dr. Wakhinuddin S, M.Pd. selaku Ketua Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
3. Bapak Wagino, S.Pd., M.Pd.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

4. Bapak Nuzul Hidayat, S.Pd., MT selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan ilmu, perhatian serta waktu untuk membimbing peneliti dalam menyelesaikan proposal ini.
5. Bapak Drs. Martias, M.Pd. selaku penguji penelitian skripsi.
6. Bapak Hendra Dani Saputra, S.Pd., M.Pd.T selaku penguji penelitian skripsi.
7. Bapak Prof. Dr. Wakhinuddin S, M.Pd. selaku Penasehat Akademik yang telah memberikan arahan kepada peneliti.
8. Seluruh Dosen Teknik Otomotif yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat bagi peneliti.

Semoga arahan bantuan dan bimbingan yang Bapak/Ibuk dan teman-teman berikan menjadi amal ibadah dan mendapat balasan yang setimpal dari Allah SWT. Peneliti mengharapkan kritik dan sarannya yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi penelitian ini. Semoga skripsi ini bisa menjadi sumber informasi dan referensi yang bermanfaat bagi orang yang membaca.

Padang, Agustus 2022

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	i
HALAMAN PEN TIM PENGUJI	ii
SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Batasan Masalah.....	4
D. Rumusan Masalah	4
E. Tujuan Penelitian.....	4
F. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II KAJIAN TEORI	6
A. Kajian Teori.....	6
B. Penelitian Relavan	28
C. Alur Penelitian.....	30
D. Pertanyaan Penelitian	31
BAB III METODE PENELITIAN	32
A. Desain Penelitian	32
B. Definisi Operasional.....	33
C. Variabel Penelitian	34

D. Tempat dan Waktu Penelitian	35
E. Objek Penelitian	35
F. Jenis dan Sumber Data	36
G. Instrumen Penelitian	36
H. Prosedur Penelitian	37
I. Teknik Pengambilan Data	38
J. Teknik Analisa Data	40
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	42
A. Hasil Penelitian.....	42
B. Pembahasan	54
C. Keterbatasan Penelitian	55
BAB V PENUTUP.....	56
A. Kesimpulan.....	56
B. Saran	56
DAFTAR PUSTAKA	58

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Komponen Busi	8
Gambar 2. Celah Busi Standard.....	11
Gambar 3. Celah Elektroda Terlalu Kecil	12
Gambar 4. Celah Elektroda Busi Terlalu Besar.....	12
Gambar 5. Jenis Busi	15
Gambar 6. Busi Nikel	16
Gambar 7. Busi Platinum.....	18
Gambar 8. Busi Iridium	20
Gambar 9. <i>Muffler</i> Standar	21
Gambar 10. <i>Muffler Racing</i>	22
Gambar 11. Pengujian Torsi	48
Gambar 12. Pengujian Daya	49

DAFTAR TABEL

	Halaman
Table 1. Spesifikasi Busi Nikel XU22PR9	17
Table 2. Spesifikasi Busi Platinum DCPR7EGP	19
Table 3. Spesifikasi Busi Iridium DCPR7EIX	20
Table 4. Bentuk Penelitian.....	32
Table 5. Spesifikasi Kendaraan	35
Table 6. Pengujian Torsi dan Daya Menggunakan Busi Nikel dan <i>Muffler</i> Standar	38
Table 7. Pengujian Torsi dan Daya Menggunakan Busi Iridium dan <i>Muffler</i> Standar	38
Table 8. Pengujian Torsi dan Daya Menggunakan Busi Platinum dan <i>Muffler</i> Standar	39
Table 9. Pengujian Torsi dan Daya Menggunakan Busi Nikel dan <i>Muffler</i> <i>Racing</i>	39
Table 10. Pengujian Torsi dan Daya Menggunakan Busi Iridium dan <i>Muffler</i> <i>Racing</i>	39
Table 11. Pengujian Torsi dan Daya Menggunakan Busi Platinum dan <i>Muffler</i> <i>Racing</i>	40
Table 12. Hasil Uji Torsi Dan Daya Menggunakan Busi Nikel Dan <i>Muffler</i> Standard	42

Table 13. Hasil Uji Torsi Dan Daya Menggunakan Busi Iridium Dan <i>Muffler</i> Standard	43
Table 14. Hasil Uji Torsi Dan Daya Menggunakan Busi Platinum Dan <i>Muffler</i> Standard	44
Table 15. Hasil Uji Torsi Dan Daya Menggunakan Busi Nikel Dan <i>Muffler</i> <i>Racing</i>	45
Table 16. Hasil Uji Torsi Dan Daya Menggunakan Busi Iridium Dan <i>Muffler</i> <i>Racing</i>	46
Table 17. Hasil Uji Torsi Dan Daya Menggunakan Busi Platinum Dan <i>Muffler</i> <i>Racing</i>	46
Table 18. Persentase Hasil Pengujian Torsi Dan Daya Busi Nikel Menggunakan <i>Muffler</i> Standard Dan Busi Nikel <i>Muffler Racing</i>	50
Table 19. Persentase Hasil Pengujian Torsi Dan Daya Busi Nikel Menggunakan <i>Muffler</i> Standard Dan Busi Iridium <i>Muffler</i> Standard	51
Table 20. Persentase Hasil Pengujian Torsi Dan Daya Busi Nikel Menggunakan <i>Muffler</i> Standard Dan Busi Plartinum <i>Muffler</i> Standard	52
Table 21. Persentase Hasil Pengujian Torsi Dan Daya Busi Nikel Menggunakan <i>Muffler</i> Standard Dan Busi Iridium <i>Muffler Racing</i>	52
Table 22. Persentase Hasil Pengujian Torsi Dan Daya Busi Nikel Menggunakan <i>Muffler</i> Standard Dan Busi Platinum <i>Muffler Racing</i>	53

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan dunia industri dan perkembangan dunia otomotif pada saat ini sangat cepat. Dunia industri mengalami perkembangan setiap tahunnya, sehingga teknologi semakin meningkat. Salah satu perkembangan dunia industri dan perkembangan di dunia otomotif pada kalangan masyarakat adalah mobil. Semua perkembangan itu dapat dilihat dari peningkatan keluaran kendaraan yang semakin bertambah. Perkembangan ini drastis berdasarkan permintaan konsumen terhadap *performance* atau maksimal sebuah mesin kendaraan dalam melakukan pekerjaan atau proses. Kebutuhan konsumen terhadap *performance* kendaraan, membuat produsen-produsen suku cadang semakin meningkatkan terobosan untuk menciptakan suku cadang. Sehingga suku cadang tersebut dapat meningkatkan *performance* dari kendaraan yang memiliki motor bakar.

Peningkatan *performance* pada era modernisasi saat ini, diikuti oleh perkembangan kendaraan yang menggunakan motor bakar khususnya di bidang produksi mobil berpacu-pacu untuk menciptakan inovasi seperti menciptakan motor bakar yang memiliki *performance* yang prima, serta memiliki torsi dan daya yang baik. Kendaraan yang menggunakan motor bakar dikatakan mempunyai *performance* yang baik, jika mesinnya menghasilkan torsi dan daya yang maksimal sesuai dengan volume dan

jumlah silindernya, namun kenyataannya saat ini konsumen masih kurang puas dengan *performance* kendaraan standard yang dimilikinya.

Berdasarkan observasi yang telah saya lakukan di beberapa tempat penjualan *sparepart* banyak masyarakat pada saat ini yang ingin meningkatkan *performance* kendaraannya dengan cara mengganti *muffler* dan busi pada kendaraannya. Tetapi tanpa mengetahui seberapa besar pengaruh penggantian *muffler* dan busi yang didapat pada kendaraan. *Muffler* merupakan saringan pada sistem pembuangan yang berfungsi untuk meredam suara ledakan gas buang ketika dikeluarkan. Pada *muffler* standard memiliki sekat sekat didalam yang berguna untuk meredam suara ledakan gas buang. Sedangkan pada *muffler racing* hanya memiliki saringan di sekeliling dalam *muffler* dan tidak memiliki sekat sekat didalamnya yang berfungsi untuk mengurangi suara ledakan gas buang sisa hasil pembakaran diruang bakar.

Salah satu penyebab terjadinya pembakaran diruang bakar diakibatkan karena adanya percikan bunga api busi dan campuran bahan bakar dengan udara. Berdasarkan penelitian terdahulu dari Tinus Ginting (2021) “Percikan api busi yang terjadi di celah antara elektroda tengah dengan elektroda massa, percikan tersebut akibat loncatan arus tegangan tinggi dari elektroda tengah dengan elektroda massa”. Pada busi nikel, busi iridium, dan busi platinum memiliki bahan elektroda yang berbeda.

Pada busi nikel elektroda yang terdapat pada busi ini terbuat dari campuran logam nikel dan ujung inti elektroda berbentuk batang kecil,

umur pemakaian pada busi nikel ialah 20.000 km. Sedangkan pada busi iridium material elektroda terbuat dari material iridium, material ini sangat tahan panas dan anti karat. Busi iridium tidak membutuhkan tegangan listrik yang besar untuk memercikan bunga api busi. Busi ini disebut juga busi *racing* yang digunakan dalam rpm tinggi. Bentuk elektroda pada busi iridium ini meruncing. Umur pemakaian pada busi iridium bisa mencapai 50.000 km.

Pada busi platinum material elektroda yang digunakan berasal dari platina. Busi platinum tergolong busi semi *racing* yang ujung elektroda berbentuk lancip. Umur pemakaian busi platinum lebih pendek yaitu 30.000 km. Kelebihan busi platinum dapat mencegah proses karbon sehingga komponen mesin kendaraan bisa optimal.

Berdasarkan penelitian terdahulu dari Aria Sidiq Laksana Adi (2016) “Berdasarkan penelitian yang dilakukan pada mobil Suzuki Vitara tipe YLX tahun 1994, terdapat pengaruh penggunaan busi nikel, busi platinum, dan busi iridium terhadap torsi dan daya”.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat diidentifikasi masalah yang ada sebagai berikut:

1. Pengaruh penggunaan *muffler* terhadap *performance* motor 4 tak.
2. Pengaruh penggunaan busi nikel, platinum, dan iridium terhadap *performance* motor 4 tak.

3. Masyarakat belum memahami tujuan yang jelas penggantian busi dan *muffler* pada motor 4 tak.

C. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, peneliti memberi batasan masalah agar peneliti dapat mengarah tepat sesuai dengan sasaran, yaitu pada penelitian ini hanya mencari pengaruh variasi *muffler* dan tipe busi terhadap torsi dan daya mobil. Tipe busi dan *muffler* yang di gunakan ialah busi nikel, busi platinum, busi iridium dan *muffler* Alpino SO3 terhadap torsi dan daya Toyota Avanza 2013.

D. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah terdapat pengaruh variasi *muffler* terhadap torsi dan daya pada motor bakar?
2. Apakah terdapat pengaruh variasi busi terhadap torsi dan daya pada motor bakar?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penggunaan variasi *muffler* dan busi pada motor bakar terhadap torsi dan daya.

F. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang peneliti harapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ataupun pengetahuan kepada masyarakat tentang penggunaan busi dan juga variasi *muffler* pada kendaraan terhadap torsi dan daya.
2. Memberi referensi tentang manfaat penggunaan busi terhadap torsi dan daya.
3. Bagi penulis sebagai persyaratan untuk menyelesaikan program strata satu (S1) pada program studi Pendidikan Teknik Otomotif Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

BAB II KAJIAN TEORI

A. Kajian Teori

1. Sistem pengapian

Sistem pengapian pada mobil berfungsi untuk menciptakan percikan bunga api didalam komponen bahan bakar. Sistem pengapian akan membakar campuran bahan bakar dan udara pada langkah kompresi. Menurut Bahrul dan Faisal, (2016:80) “Sistem pengapian adalah suatu sistem yang ada dalam setiap motor bensin, digunakan untuk membakar campuran bahan bakar dan udara yang dikompresikan oleh piston di dalam silinder”.

Berdasarkan New step 1 Training Manual, (1996: 6-1) “Sistem kelistrikan mesin ialah sistem kelistrikan otomatisasi yang di pergunakan untuk menghidupkan mesin serta mempertahankannya agar tetap hidup. Pada motor bensin permulaan pembakaran sangat diperlukan karena campuran bahan bakar dan udara yang masuk ke ruang bakar tidak bisa terbakar dengan sendirinya.

Dari kutipan para ahli di atas, dapat di simpulkan bahwa sistem pengapian adalah sistem yang menghasilkan percikan bunga api untuk melakukan proses pembakaran campuran bahan bakar dan udara didalam ruang bakar untuk menghasilkan tenaga.

a. Busi

Busi merupakan komponen motor bensin dipasang pada mesin pembakaran dengan ujung elektroda yang masuk di ruang bakar. Pada sistem pengapian, busi berfungsi untuk memercikan bunga api pada ruang bakar untuk proses pembakaran campuran udara dan bahan bakar yang ada di ruang bakar. Percikan bunga api akan lebih sempurna jika aliran listrik yang mengalir tanpa mengalami hambatan. Seperti bunyi pada hukum Ohm “Besarnya arus listrik (I) yang mengalir melalui sebuah penghantar akan berbanding lurus dengan tegangan (V) yang diterapkan kepadanya dan berbanding terbalik dengan hambatan (R)”.

Berdasarkan bunyi pada hukum Ohm di atas, maka bisa ditulis rumus hukum Ohm:

$$V=I.R$$

Keterangan:

V : Tegangan listrik (Volt)

I : Kuat arus (Ampere)

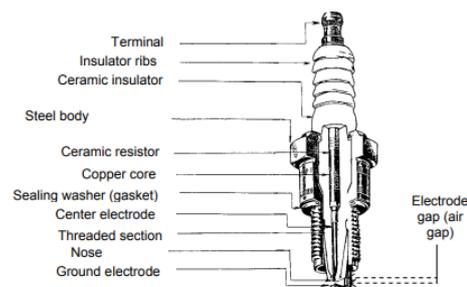
R : Hambatan (Ohm)

Menurut Wardana, (1989:282) “Busi berguna untuk menghasilkan percikan bunga api dengan menggunakan tegangan tinggi yang dihasilkan oleh koil. Bunga api yang dihasilkan oleh busi kemudian dipergunakan untuk memulai pembakaran campuran bahan bakar dan udara yang sudah di kompresikan ke dalam silinder”. Sehubungan dengan itu. “Busi merupakan salah satu komponen utama dan penting

dalam sistem pengapian, yaitu sebagai komponen yang langsung menghasilkan loncatan/percikan bunga api dari ujung elektroda busi ke massa busi yang seketika akan terjadi pebakaran campuran udara dan bahan bakar dalam ruang bakar.” (Wahyu, 2012:149)

Dari kutipan para ahli diatas dapat disimpulkan bahwa busi merupakan salah satu komponen sangat penting disistem pengapian pada motor bensin. Busi berguna untuk proses awal pembakaran campuran bahan bakar dan udara yang sudah di kompresikan kedalam ruang bakar yang akan menghasilkan tenaga. Dengan ada perkembangan di dunia otomotif berdampak juga dengan perkembangan busi pada motor bakar yang memiliki bentuk dan jenis material yang beragam. Perkembangan busi juga karena beberapa proses pembakaran membutuhkan percikan bunga api yang sempurna sehingga menghasilkan proses pembakaran yang juga sempurna. Dengan banyaknya perkembangan pada busi, pada dasarnya fungsi busi tetap sama untuk memercikan bunga api untuk proses pembakaran campuran udara dan bahan bakar didalam ruang bakar.

1) Komponen Busi



Gambar 1. Komponen Busi

Sumber: Buku Teknik Sepeda Motor jilid 2 (2008 : 186)

Pada busi memiliki beberapa komponen yang berguna untuk menunjang kinerja busi itu sendiri. Komponen utama busi ialah:

a) Terminal

Komponen ini terbuat dari baja terhubung dengan kabel tegangan tinggi yang di alirkan listrik dari koil.

b) *Isolator*

Sebagian besar busi yang beredar menggunakan komponen kramik sebagai isolator untuk mengisolasi batang terminal dan elektroda tengah dari cangkang busi sehingga arus listrik tegangan tinggi tidak keluar dari ruang elektroda tengah. Selain untuk isolasi kramik pada busi berfungsi juga untuk memindahkan panas ke kepala silinder.

c) *Gasket*

Penutup untuk mencegah kompresi yang ada didalam ruang bakar tidak mengalir keluar.

d) Inti elektroda

Sebagai inti elektroda berfungsi untuk menyalurkan energi listrik dan akan terhubung keterminal. Bagian ini terbuat dari kombinasi besi, tembaga, nikel dan logam-logam lainnya. Tapi yang paling umum di gunakan adalah tembaga.

e) *Shell* (kulit busi)

Terbuat dari besi yang menghubungkan elektroda samping dengan massa, dibuat satu dengan ulir busi.

f) Ground

Bagian ini terletak di ujung busi yang langsung bersentuhan dengan body atau massa. Arus listrik akan berpindah keinti elektroda dan api koil berakhri di bagian ini.

2) Faktor utama yang mempengaruhi kinerja busi

Pada busi banyak yang mempengaruhi kinerja busi tersebut, salah satunya bisa di lihat dari jenis dan bentuk busi yang bisa mempengaruhi pembakaran di dalam ruang bakar. Tidak hanya jenis dan bentuk busi saja yang bisa mempengaruhi kinerja busi, material dan tingkat panas busi juga bisa mempengaruhi hasil pembakaran yang maksimal.

Busi memiliki kode tertentu untuk menentukan jenis, tingkat panas, hingga peruntukan kendaraan khusus. Kode tersebut berbeda pembacaannya tergantung produksi pabrik busi tersebut. Mengoptimalkan kualitas busi dari suatu produsen merupakan tujuan utama untuk bersaing dipasaran otomotif. Sehingga banyak penelitian mengenai busi dan mengembangkan busi tersebut untuk mendapatkan hasil pembakaran yang sempurna.

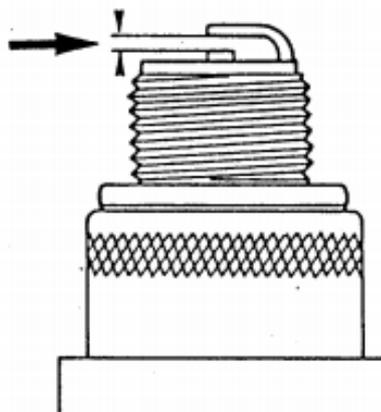
Kemampuan dalam menghasilkan percikan bunga api tergantung dari beberapa faktor, yaitu:

a) Bentuk Elektroda Busi

Elektroda yang bulat akan sulit untuk memercikan bunga api, sedangkan ujung elektroda yang persegi maupun runcing atau tajam akan mempermudah loncatan bunga api. Elektroda ditengah busi akan membulat setelah dipakai dalam waktu yang lama, oleh karena itu loncatan bunga api menjadi lemah dan menyebabkan terjadinya kesalahan pengapian, sebaliknya elektroda yang tipis atau tajam akan mempermudah percikan bunga api, akan tetapi umur pemakaiannya menjadi pendek karena lebih cepat haus saat melakukan percikan bunga api.

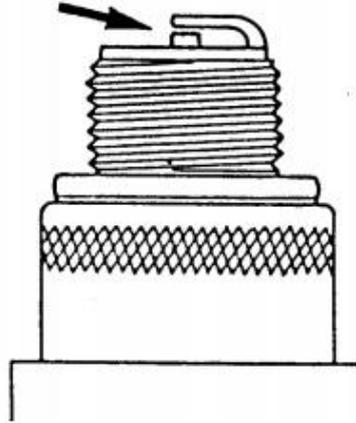
b) Celah Busi

Celah antara elektroda dan *ground* terlalu besar maka bunga api akan sulit melompat dan tegangan sekunder yang diperlukan untuk memercikan bunga api akan naik. Setelah pemakaian dalam waktu lama elektroda busi akan haus dan celah busi bertambah, loncatan bunga api menjadi lebih sulit sehingga kurang maksimalnya proses loncatan bunga api pada busi.



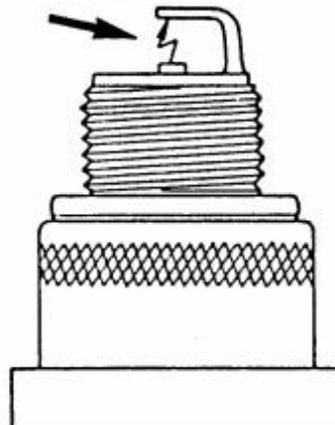
Gambar 2. Celah Busi Standard
Sumber : Teknik Sepeda Motor Jilid 2 (2008:187)

Gambar diatas adalah celah elektroda busi biasanya untuk Avanza 0,8-1,0 mm.



Gambar 3. Celah Elektroda Terlalu Kecil
Sumber : Teknik Sepeda Motor Jilid 2 (2008:187)

Gambar di atas merupakan celah busi yang terlalu rapat. Celah busi terlalu rapat mengakibatkan percikan bunga api yang kecil atau lemah, dan elektroda busi cepat kotor.



Gambar 4. Celah Elektroda Busi Terlalu Besar
Sumber : Teknik Sepeda Motor Jilid 2 (2008:187)

Gambar di atas adalah celah elektroda busi yang terlalu besar. Celah elektroda yang terlalu besar akan mengakibatkan kebutuhan

tegangan untuk meloncatkan bunga api lebih tinggi. Isolator yang ada pada busi akan cepat rusak karena beban tegangan pengapian terlalu tinggi untuk menimbulkan percikan bunga api busi.

Pada dasarnya celah busi pada suatu kendaraan berbeda tergantung kebutuhan tegangan untuk meloncatkan bunga api pada busi. Jika sistem pengapian tidak bisa bekerja dengan baik, maka mesin akan hidup tersendat-sendat atau pincang. Jika celah busi terlalu besar bisa menyebabkan mesin agak susah hidup.

c) Tekanan Kompresi

Tekanan kompresi yang terlalu besar juga bisa menyebabkan sulitnya meloncatkan bunga api busi dan tegangan yang dibutuhkan untuk meloncatkan bunga api busi juga tinggi. Hal ini juga terjadi pada saat beban kendaraan berat dan kendaraan berjalan lambat dengan kecepatan rendah dan katup pada gas terbuka penuh. Pada pengapian tegangan yang dibutuhkan juga tinggi saat suhu campuran bahan bakar dan udara menurun.

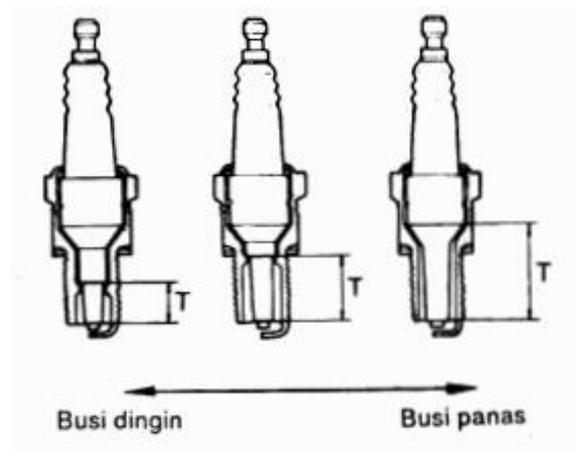
3) Jenis Busi

Pada dasarnya fungsi busi itu yaitu memercikan bunga api yang membakar campuran bahan bakar dan udara yang dikompresikan di dalam ruang bakar. Busi memiliki beberapa jenis dan beragam dari segi material maupun segi suhu busi, tapi pada dasarnya busi hanya terbagi 2 yaitu jenis busi panas dan jenis busi dingin.

Busi yang beredar di pasaran bermacam-macam tingkat panasnya, maka dari itu ada istilah busi panas dan busi dingin. Tingkat panas busi merupakan jumlah panas yang dapat di salurkan oleh busi. Busi yang dapat menyalurkan panas kekepala silinder yang mempunyai isolator yang cukup panjang disebut dengan busi panas. Biasanya busi ini digunakan pada kendaraan lambat atau jarak tempuhnya rendah yang memungkinkan adanya deposit yang menempel sehingga dengan menggunakan busi panas dapat membakar deposit dan tidak mengganggu kinerja busi saat melakukan percikan bunga api.

Sedangkan kendaraan yang digunakan untuk jarak jauh atau biasanya di pakai pada jalanan bebas hambatan sebaiknya memakai busi dingin. Karena sifat busi dingin yang berbanding terbalik dengan busi panas, panas pada busi dingin langsung di transfer ke kepala silinder sehingga temperatur pada busi dingin relatif lebih rendah dari busi panas.

Dikutip dari Erzedin dan Amrizal, (1996:78) “Busi yang cepat mengalirkan panas disebut busi dingin sedangkan busi yang lambat mengalirkan panas disebut busi panas”. Menurut Wardana, (1989:283) “Untuk membedakan busi panas dan busi dingin dapat dibedakan dari panjang isolator porselin busi tersebut. Apabila isolatornya pendek maka busi tersebut termasuk busi dingin begitu juga sebaliknya”.



Gambar 5. Jenis Busi
 Sumber : Toyota New Step 1 (1995 : 6-21)

Dari gambar diatas dapat dilihat makin pangjang isolator maka tergolong pada busi panas. Dapat disimpulkan bahwa mesin-mesin yang selalu beroperasi dikecepatan tinggi biasanya memiliki temperatur mesin yang panas, maka dibutuhkan busi yang dapat membuang panas dari elektroda yang lebih cepat. Busi dingin merupakan jenis busi yang bisa membuang panas pada elektroda lebih cepat. Begitu juga sebaliknya, mesin yang beroperasi pada kecepatan rendah biasanya membutuhkan panas yang lebih lama pada elektroda busi. Jenis yang cocok untuk kondisi ini merupakan jenis busi panas.

4) Tipe Busi

Perkembangan pada busi semakin hari menghasilkan bentuk dan jenis beragam dari segi material. Pada dasarnya fungsi busi tetap sama yaitu memercikan bunga api untuk membakar campuran bahan bakar dan udara pada ruang bakar. Tipe busi tergantung produsen masing-masing kendaraan dan spesifikasi kendaraan

tersebut. Pada penelitian ini busi yang akan di gunakan adalah busi nikel, busi platium, dan busi iridium.

Busi yang digunakan pada Toyota Avanza 2013 masih menggunakan busi nikel, yang menggunakan bahan *canter* elektroda yang menggunakan *nikel alloy*. Pada Toyota Avanza 2013 tipe busi standar yang digunakan adalah XU22PR9. Sedangkan untuk kode busi platinum yang akan digunakan DCPR7EGP dengan bahan *canter* menggunakan elektroda *platinum*. Untuk kode seri iridium yang akan digunakan DCPR7EIX dengan bahan *canter* elektroda menggunakan *iridium alloy*.

a) Busi Nikel (XU22PR9)

Busi nikel merupakan busi bawaan dari beberapa kendaraan yang ada. Pada busi nikel bahan elektroda terbuat dari nikel. Busi nikel atau sering di sebut dengan busi standard rentan pemakaian biasanya 20.000 km, dengan kondisi pembakaran yang baik dan tidak adanya pengaruh pada oli yang membuat busi cepat kotor atau bahan bakar yang terlalu berlebihan.



Gambar 6. Busi Nikel

Pada tipe busi ini merupakan busi yang peminat pemakaiannya yang cukup banyak, karena harga pada busi nikel tergolong sangat rendah dari busi yang lainnya. Untuk ujung elektroda pada busi ini juga tidak terlalu cepat habis karena bentuk elektrodanya yang datar dan tidak runcing sehingga mengurangi faktor keausan pada busi saat pemakaian jangka lama. Ada beberapa keunggulan pada busi nikel yaitu sebagai berikut:

1. Isolator berbahan alumina yang membuat proses pembuangan panas yang lebih maksimal dan mampu memberikan sekat terhadap panas dan kebocoran pada arus listrik
2. Menggunakan inti tembaga yang membuat proses transfer energi yang dihasilkan lebih baik

Table 1. Spesifikasi Busi Nikel XU22PR9

<i>Canter Electrode Core Material</i>	<i>Copper Core</i>
<i>Canter Electrode Tip Material</i>	<i>Nickle</i>
<i>Electrical Terminal Type</i>	<i>Stud</i>
<i>Ground Configuration</i>	<i>Standard</i>
<i>Ground Electrode Core Material</i>	<i>Nickel Core</i>
<i>Ground Electrode Quantity</i>	1
<i>Ground Electrode Tip Design</i>	<i>Standard</i>
<i>Hex Size</i>	5/8 in
<i>Insulator Height</i>	50.00 mm
<i>Manufacturer Heat Range</i>	12

<i>Pre-Gap Size</i>	.036 in
<i>Reach</i>	.075 in
<i>Resistance</i>	5000 ohms
<i>Seat Type</i>	<i>Flat</i>
<i>Thread Diameter</i>	19.00 mm

b) Busi Platinum (DCPR7EGP)

Busi platinum merupakan busi yang ujung elektroda tengah dilapisi platinum sehingga membuat umur pada busi platinum lebih lama dari busi nikel biasanya. Pada busi platinum umur pemakaian busi bisa mencapai 30.000 km. Busi platinum termasuk busi yang banyak digunakan dipasaran karena umur pemakaiannya yang lebih lama meskipun harga dari busi ini tergolong lebih mahal.



Gambar 7. Busi Platinum

Keunggulan pada busi platinum yaitu sebagai berikut:

1. Pada elektroda *ground* berbentuk trapesium untuk pengapian yang lebih cepat
2. Pelapisan logam *trivalent* memiliki sifat anti korosi dan anti penyitaan yang unggul

3. Platinum tip canter electrode ujung kecil meningkatkan penyalaan api yang lebih baik dan tegangan yang lebih sedikit untuk memercikan bunga api

Table 2. Spesifikasi Busi Platinum DCPR7EGP

<i>Canter Electrode Core Material</i>	<i>Copper Core</i>
<i>Canter Electrode Tip Material</i>	<i>Platinum</i>
<i>Electrical Terminal Type</i>	<i>Stud</i>
<i>Ground Configuration</i>	<i>Standard</i>
<i>Ground Electrode Core Material</i>	<i>Nickel Core</i>
<i>Ground Electrode Quantity</i>	1
<i>Ground Electrode Tip Design</i>	<i>Taper Cut</i>
<i>Hex Size</i>	5/8 in
<i>Insulator Height</i>	50.00 mm
<i>Manufacturer Heat Range</i>	12
<i>Pre-Gap Size</i>	.036 in
<i>Reach</i>	.075 in
<i>Resistance</i>	5000 ohms
<i>Seat Type</i>	<i>Flat</i>
<i>Thread Diameter</i>	19.00 mm

c) Busi Iridium (DCPR7EIX)

Busi iridium merupakan busi yang memiliki ujung elektroda terbuat dari *iridium alloy*. Dengan bahan yang digunakan busi iridium bisa membuat masa pemakaian pada busi ini hingga 40.000 km. Pemakaian bahan *alloy* (metal campuran) pada busi iridium sudah dari abad ke-20.

Busi iridium biasanya sering digunakan pada mesin yang memiliki spesifikasi untuk kejuaraan atau mesin balap.

Karena bahan pada busi ini terbuat dari nikel dan *center* elektroda terbuat dari *iridium alloy* berwarna platinum buram. Pada busi iridium diameter terbaik antara 0,6 mm sampai 0,8 mm.



Gambar 8. Busi Iridium

Keunggulan pada busi iridium yaitu sebagai berikut:

1. Material *iridium alloy* mempunyai fitur khusus yaitu memiliki tingkat leleh yang sangat tinggi sehingga pengapian sempurna untuk mesin berkinerja tinggi
2. Elektroda *ground* yang berbentuk jarum membuat percikan bunga api lebih cepat dan percikan bunga api yang di timbulkan lebih stabil

Table 3. Spesifikasi Busi Iridium DCPR7EIX

<i>Canter Electrode Core Material</i>	<i>Copper Core</i>
<i>Canter Electrode Tip Material</i>	<i>Iridium</i>
<i>Electrical Terminal Type</i>	<i>Stud</i>
<i>Ground Configuration</i>	<i>Standard</i>
<i>Ground Electrode Core Material</i>	<i>Nickel Core</i>
<i>Ground Electrode Quantity</i>	1
<i>Ground Electrode Tip Design</i>	<i>Taper Cut</i>
<i>Hex Size</i>	5/8 in
<i>Insulator Height</i>	50.00 mm

<i>Manufacturer Heat Range</i>	12
<i>Pre-Gap Size</i>	.036 in
<i>Reach</i>	.075 in
<i>Resistance</i>	5000 ohms
<i>Seat Type</i>	<i>Flat</i>
<i>Thread Diameter</i>	19.00 mm

2. *Muffler*

Hasil pembakaran yang terjadi pada ruang bakar akan di keluarkan melalui sistem *exhaust*. Menurut Ashmawan, R. R., & Sutrisno (2017) “Desain *exhaust* sistem yang baik akan memperlancar aliran gas buang dari mesin. Sehingga mampu membuat *performance* mesin mobil menjadi lebih baik dari pada sebelumnya”. Pada *exhasust* ada beberapa komponen yang akan dilalui sebelum hasil sisa pembakaran itu keluar keudara. Salah satu komponen yang dilalui oleh sisa hasil pembakaran itu adalah *muffler*. *Muffler* merupakan komponen terakhir yang dilalui oleh sisa hasil pembakaran.

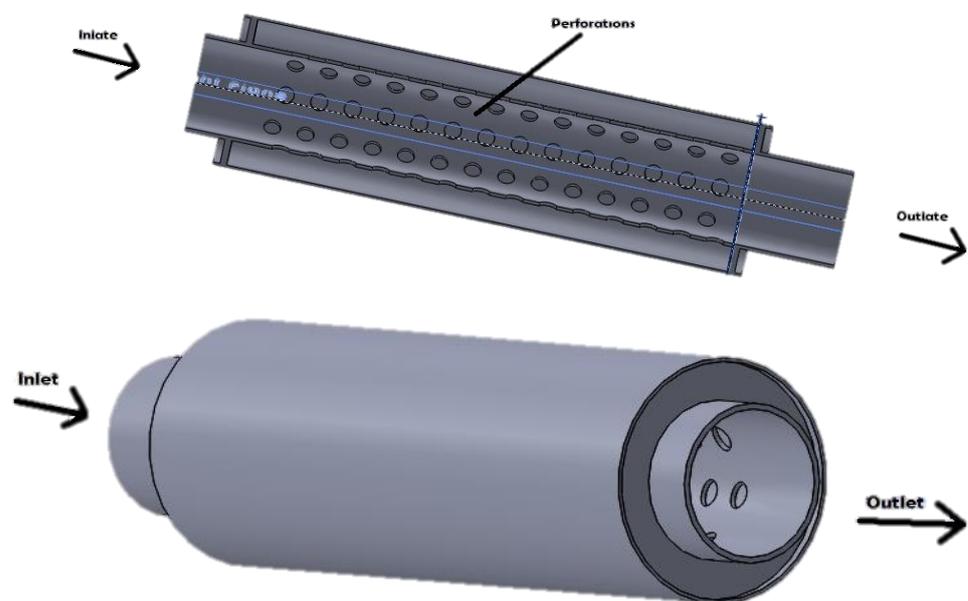


Gambar 9. Muffler standar

Muffler merupakan bagian seperti tabung berukuran cukup besar yang berada pada bagian belakang knalpot mobil. Letak *muffler* pada

mobil tergantung produksi pabrik mobil tersebut, tetapi biasanya *muffler* terletak pada bagian paling akhir pada sistem pembuangan. Sebelum *muffler* ada beberapa komponen lain pada sistem pembuangan seperti *resonator* dan *header* atau *downpipe*.

Berdasarkan New step 1 Training Manual, (1996:3-43) “Gas bekas dikeluarkan dari mesin dengan tekanan yang tinggi (kira-kira 3-5 km/cm^2) dan temperature 600-800°C, gas bekas akan dikurangi tekanannya dan didinginkan oleh muffler”. *Muffler* yang baik adalah *muffler* yang dapat mengalirkan gas buang secara maksimal dan dapat meredam tekanan gas buang dengan maksimal.



Gambar 10. *Muffler racing*

Pada *muffler* standar memiliki beberapa sekat yang membuat aliran gas buang akan terhambat untuk keluar, sedangkan pada *muffler racing* tidak ada penyekatan yang terlalu banyak yang akan

mengakibatkan aliran gas buang akan lebih cepat untuk mengalir keluar. Selain untuk meredamkan kebisingan, *muffler* juga berfungsi untuk menambah *performance* yang dihasilkan oleh mesin jika gas buang yang melewati *muffler* dapat mengalir dengan mulus. Tidak sedikit pengguna mobil yang mengganti *muffler* dengan produk *racing* untuk meningkatkan *performance* mesin kendaraan.

Dikutip dari Gunawan Hidayat dan Adi Winarno, (2015) “Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada Honda Jazz VTEC GE8, terdapat pengaruh pada penggantian *muffler* terhadap torsi dan daya kendaraan”.

3. Torsi

Hengki Fanto Fani dan Erzzedin Alwi (2019) Torsi (momen punter) adalah suatu ukuran kemampuan atau kekuatan yang dihasilkan oleh mesin dari proses pembakaran yang akan diteruskan keroda gigi melalui poros engkol. Torsi merupakan kemampuan mesin memutar poros engkol untuk menggerakkan kendaraan hingga kendaraan berjalan.

Menurut Hasan Maksum, dkk (2012:16) torsi (momen puntir) suatu kendaraan adalah kekuatan dari poros engkol untuk menggerakkan kendaraan. Putaran poros engkol dihasilkan dari proses pembakaran yang menyebabkan piston naik turun dari TMA ke TMB. Putaran yang disebabkan oleh naik turun piston kemudian diteruskan ke roda gigi penggerak hingga sampai ke roda.

$$\mathbf{Torsi = Gaya \times Jarak}$$

Menurut Jalius Jama, dkk (2008:23) Makin banyak gigi pada roda gigi, maka makin besar torsi yang di dapat. Sehingga kecepatan reduksi menjadi separuhnya. Ada beberapa faktor yang bisa mempengaruhi besarnya torsi kendaraan yaitu:

- a. Perbandingan kompresi
- b. Besarnya roda gigi
- c. Perbandingan campuran udara dan bahan bakar
- d. Penggantian busi
- e. Penggantian exhaust

Menurut Jama, jalius, dan Wagino (2008:23) Gaya tekan putar pada bagian yang berputar adalah torsi kendaraan digerakkan oleh torsi melalui poros engkol. Satuan torsi biasanya dinyatakan dalam N.m (Newton meter). Rumus yang digunakan untuk menghitung torsi ialah:

$$\mathbf{T=F.r}$$

T = Torsi (N.m)

F = Gaya (N)

r = Jarak benda ke pusat rotasi (m)

Pengaruh dari torsi ialah sebuah benda bisa dapat berputar pada porosnya, sehingga benda itu dapat berhenti pada saat terjadi gaya yang berlawanan dengan nilai yang sama besar. Berdasarkan pendapat yang telah diteliti para ahli di atas, dapat kita simpulkan bahwa torsi adalah suatu ukuran motor dengan momen puntir yang telah dihasilkan oleh

mesin pada saat proses pembakaran yang terdapat pada ruang bakar lalu langkah piston akan di teruskan ke poros engkol dan di transfer sampai keroda kendaraan.

4. Daya

Daya merupakan kemampuan untuk menghasilkan torsi pada kecepatan atau putaran tertentu. Daya yaitu ukuran pada mesin untuk menghasilkan kerja yang berguna pada satuan waktu yang dinyatakan dalam *horse power* (HP) *kilowatt* (KW). Pada saat putaran mesin tinggi maka daya yang dihasilkan pun akan semakin tinggi.

Menurut Hasan Maksum (2012:85) Daya merupakan perkalian antara momen putar (M_p) dengan putaran mesin (n)". Melakukan pengukuran daya pada kendaraan dapat menggunakan alat *dynamometer*, alat ini sangat efektif untuk mengukur daya. Untuk menghitung momen putar dapat dilakukan dengan persamaan seperti rumus:

Keterangan:

$$P=2\pi.n.T \text{ (hp)}$$

P = Daya Poros (hp)

T = Torsi (N.m)

n = Putaran mesin (rpm)

Dikutip Fani, H. F., & Alwi (2019) ada beberapa jenis daya:

- a. *Indirected horse power* (IHP) merupakan daya kuda yang timbul dalam silinder tanpa menghitung gaya gesek yang ada diluar mesin, dapat dihitung dengan diagram indicator

b. *Friction horse power* (FHP) merupakan daya pada mesin kendaraan yang digunakan untuk mengatasi gaya gesek pada komponen mesin

c. *Brake horse power* (BHP) merupakan daya yang efektif, dan dapat diukur dengan menggunakan *dynamometer*

Dari pendapat para ahli di atas dapat kita simpulkan bahwa daya yang dimaksud ialah daya efektif yang dikeluarkan pada kendaraan dalam waktu tertentu dapat diukur dengan menggunakan *dynamometer*. Daya juga merupakan ukuran suatu mesin untuk menghasilkan kecepatan kendaraan dalam waktu tertentu. Apabila putaran mesin (rpm) yang dihasilkan tinggi, maka daya yang dihasilkan juga semakin tinggi.

5. Hubungan Sistem Pengapian Torsi dan Daya

Sistem pengapian merupakan proses untuk menghasilkan bunga api busi untuk membakar campuran bahan bakar dan udara yang ada pada ruang bakar dengan timing pembakaran yang telah ditentukan. Pada sistem pengapian salah satu yang mempengaruhi baik atau tidaknya pembakaran adalah percikan bunga api busi.

Busi berpengaruh terhadap torsi dan daya yang dihasilkan kendaraan. Karena percikan bunga api yang dihasilkan oleh busi pada sistem pengapian membuat piston menggerakkan poros engkol dan menghasilkan putaran. Semakin banyak putaran yang dihasilkan oleh

poros engkol maka semakin besar torsi dan daya yang dihasilkan mesin kendaraan.

Jika busi pada mesin kendaraan tidak sesuai dengan spesifikasi mesin kendaraan, maka proses pengapian yang akan menghasilkan percikan bunga api juga tidak sempurna. Sehingga torsi dan daya yang dihasilkan kendaraan juga tidak maksimal, dan *performance* kendaraan juga menurun.

6. Hubungan *muffler* dengan torsi dan daya

Proses pembakaran diruang bakar mesin akan menghasilkan gas buang dan gas ini akan dikeluarkan dari ruang bakar melalui *muffler*. Gas memiliki partikel-partikel yang sangat banyak dan tidak ada interaksi antara partikel gas. Partikel gas bergerak secara acak kesemua arah, hukum newton berlaku pada gerak partikel gas dengan energi kinetik rata-rata molekul gas ideal sebanding dengan suhu mutlaknya. Seperti bunyi hukum Newton II “Percepatan yang ditimbulkan oleh gaya yang bekerja pada benda berbanding lurus dengan basar gayanya dan berbanding terbalik dengan massa benda”.

Partikel gas yang keluar dari ruang bakar memiliki tekanan dan temperatur yang tinggi itu harus dibuang agar ruang bakar bisa diisi dengan campuran bahan bakar dan udara yang baru. Jika gas hasil pembakaran mengalir melalui *muffler* dengan mulus tanpa ada hambatan, maka akan berpengaruh terhadap torsi dan daya pada

kendaraan. Hal ini disebabkan karena kurangnya hambatan aliran gas buang untuk keluar dari ruang bakar.

7. Faktor-faktor yang mempengaruhi torsi dan daya

a. Busi

Menurut Aria Laksana Adi (2016), “Penggunaan busi juga mempengaruhi terhadap torsi dan daya kendaraan. Pemilihan busi yang baik sangat mempengaruhi proses pembakaran pada ruang bakar. Terdapat pengaruh pada busi nikel, busi platinum, dan busi iridium”.

b. Exhaust

Menurut Ashmawan, R. R., & Sutrisno (2017) “Desain *exhaust* sistem yang baik akan memperlancar aliran gas buang dari mesin. Sehingga mampu membuat *performance* mesin mobil menjadi lebih baik dari pada sebelumnya”.

c. Bahan bakar

Menurut Nuzul Hidayat, dkk (2020) “Mesin dengan sistem injeksi, jenis bahan bakar berpengaruh terhadap *performance* kendaraan. Oktan pada bahan bakar berpengaruh pada proses pembakaran”.

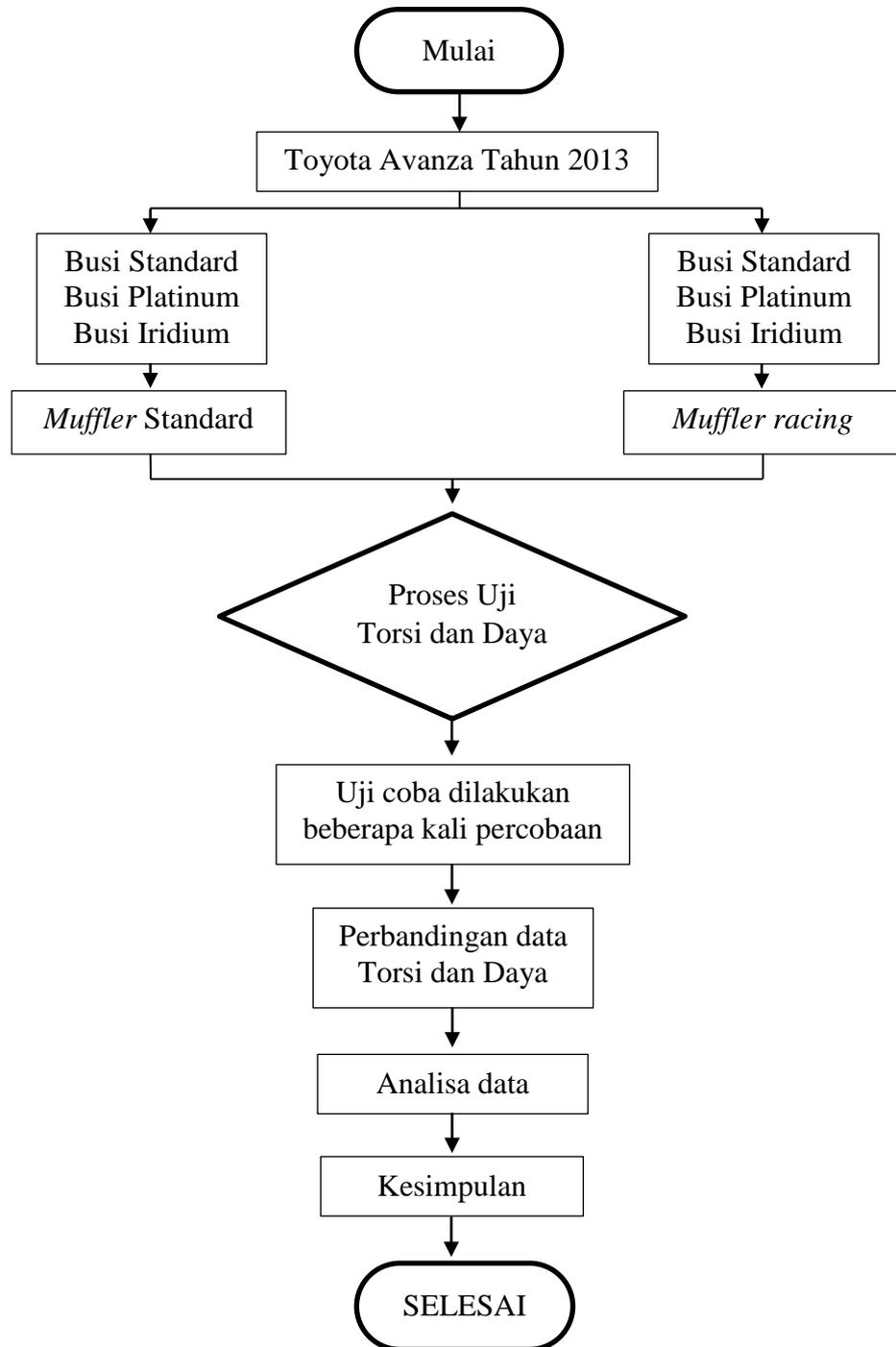
B. Penelitian Relevan

Penelitian relevan adalah suatu penelitian yang pernah dibuat untuk menjadikan acuan dan dianggap cukup relevan atau mempunyai

keterkaitan dengan topik dan judul penelitian ini yang berfungsi sebagai referensi. Adapun penelitian relevan pada penelitian ini adalah:

1. Aria Laksana Adi (2016) “Pengaruh Penggunaan Koil dan Busi *Racing* dengan Jenis Bahan Bakar Bensin Terhadap Unjuk Kerja Mobil Suzuki Vitara Tipe JLX Tahun 1994” berdasarkan penelitian, penggunaan busi *racing* berpengaruh terhadap torsi dan daya pada kendararaan.
2. Ashmawan, R. R., & Sutrisno (2017) “Re-Desain Exhaust System Pada Mesin BMW M43 Dengan Konfigurasi 4-1 Untuk Balap Drag Race” berdasarkan penelitian, desain exhaust sistem yang baik akan memperlancar aliran gas buang dari mesin. Sehingga mampu membuat *performance* mesin mobil menjadi lebih baik dari pada sebelumnya.

C. Alur Penelitian



D. Pertanyaan Penelitian

1. Berapakan peningkatan torsi yang dihasilkan Toyota Avanza 2013 dengan menggunakan tipe busi nikel, busi platinum, busi iridium dan *muffler standard* ?
2. Berapakan peningkatan daya yang dihasilkan Toyota Avanza 2013 dengan menggunakan tipe busi nikel, busi platinum, busi iridium dan *muffler standard* ?
3. Berapakan peningkatan torsi yang dihasilkan Toyota Avanza 2013 dengan menggunakan tipe busi nikel, busi platinum, busi iridium dan *muffler racing* ?
4. Berapakan peningkatan daya yang dihasilkan Toyota Avanza 2013 dengan menggunakan tipe busi nikel, busi platinum, busi iridium dan *muffler racing* ?

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan maka peneliti dapat mengambil kesimpulan dari hasil penelitian yaitu, terdapat peningkatan torsi sebesar 3,52% dan daya 1,11% pada busi nikel menggunakan *muffler racing*. Pada busi iridium *muffler standard* peningkatan torsi sebesar 2,86% dan terjadi penurunan daya sebesar -0,53%. Busi platinum *muffler standard* terjadi peningkatan torsi sebesar 3,02% dan daya 0,20%. Busi iridium *muffler racing* peningkatan torsi sebesar 4,33% dan daya 0,07% . Busi platinum *muffler racing* peningkatan torsi sebesar 5,87% dan daya 0,53%. Peningkatan terbesar terjadi pada busi platinum menggunakan *muffler racing* didapat rata rata torsi tertinggi 180,6 N.m dan daya 151,9 Hp.

B. Saran

1. Bagi masyarakat yang menggunakan motor bakar khususnya Toyota Avanza tahun 2013 yang menginginkan torsi dan daya yang dihasilkan oleh motor bakar maksimal sebaiknya menggunakan busi platinum dan menggunakan *muffler racing* karena peningkatan torsi yang lumayan. Tetapi tidak disarankan untuk dipakai untuk sehari-hari karena tingkat kebisingan *muffler* tidak lulus uji polisi.
2. Bagi peneliti selanjutnya sangat baik apabila ditambahkan analisis mengenai faktor-faktor atau menggunakan variabel lain yang dapat

3. mempengaruhi torsi dan daya dengan menggunakan tipe kendaraan lain.
4. Peneliti ini hanya membahas pengaruh penggunaan variasi *muffler* dan busi pada motor bakar, diharapkan untuk peneliti selanjutnya membahas pengaruh lainnya yang dihasilkan oleh motor bakar dengan penggunaan variasi *muffler* dan busi.

DAFTAR PUSTAKA

- Aria laksana adi. 2016. *Pengaruh Penggunaan Koil Dan Busi Racing Dengan Jenis Bahan Bakar Bensin Terhadap Unjuk Kerja Mobil Suzuki Vitara Tipe JLX Tahun 1994*. Jurnal. Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Arif, A., & Hidayat, N. (2020, July). Effects of Fuel Type on Performance in Gasoline Engine with Electronic Fuel Injection System. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1594, No. 1, p. 012036). IOP Publishing.
- Alwi, Erzedin & Arief, Amrizal. 1996. *Sepeda Motor*. Padang: IKIP Padang Press
- Ashmawan, R. R., & Sutrisno, T. (2017). Re-Desain Exhaust System Pada Mesin BMW M43 Dengan Konfigurasi 4-1 Untuk Balap Drag Race. *Mechanova*, 6.
- Amin, Bahrul & Ismet, Faisal. 2016. *Teknologi Motor Bensin*. Jakarta: UNP Pres.
- Fani, H. F., & Alwi, E. (2019). "Pengujian Penggunaan Berat Roller Dan Pegas Pulley Sekunder Non Standart Pada Countinuously Variable Transmission (Cvt) Terhadap Daya Dan Torsi. E-Journal."
- Ginting, T. (2021). "Pengaruh Jenis Busi Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Motor Bakar 4 Tak." *Jurnal Informatika Kaputama (JIK)*, Vol. 5
- Hasan Maksum, Dkk. 2012. *Teknologi Motor Bakar*. Padang: UNP Press
- Hidayat, Gunawan, and Adi Winarno. "Modifikasi Mesin Honda Jazz VTEC GE8 Untuk Kompetisi Balap One Make Race (OMR)." *SINTEK JURNAL: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin* 9.1 (2015).
- Hidayat, Wahyu. 2012. *Motor Bensin Modern*. Jakarta: Rineka Cipta
- Jama, Jalius & Wagino. 2008. *Teknik Sepeda Motor Jilid 2*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Jama, Jalius & Wagino. 2008. *Teknik Sepeda Motor Jilid 3*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan
- PT. NGK Busi Indonesia. <https://partcat.com/ngk>
- Suyanto, Wardan. 1989. *Teori Motor Bensin*. Jakarta: Departemen Pendidikan Dan Kebudayaan Dan Direktur Jendral Pendidikan Tinggi.