

**MODIFIKASI VOLUME SILINDER
PADA *THREE VEHICLE* (Sepeda Motor Roda Tiga)**

TUGAS AKHIR

*Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Memperoleh Gelar Ahli Madya*



Oleh :

**ARIF SYAFRIANDA
97487 / 2009**

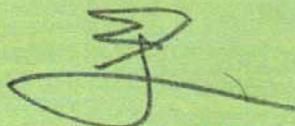
**PROGRAM STUDI TEKNIK OTOMOTIF
JURUSAN TEKNIK OTOMOTIF
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2016**

HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

Judul : **Modifikasi Volume Silinder Pada *Three Vehicle* (Sepeda Motor Roda Tiga)**
Nama : Arif Syafrianda
BP. NIM : 2009.97487
Program Studi : Teknik Otomotif
Jurusan : Teknik Otomotif
Fakultas : Teknik

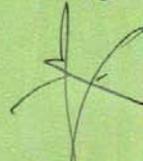
Padang, 29 Februari 2016

Ketua Program Studi
Teknik Otomotif



Drs. Andrizal, M.Pd
NIP. 19650725 199203 1 003

Disetujui Oleh,
Pembimbing



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

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan Di Depan Tim Penguji Tugas Akhir

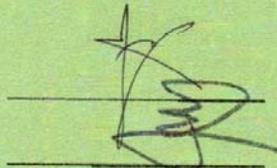
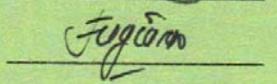
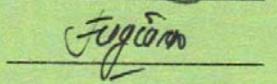
Program Studi Teknik Otomotif Jurusan Teknik Otomotif

Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

Judul : Modifikasi Volume Silinder Pada *Three Vehicle* (Sepeda Motor Roda Tiga)
Nama : Arif Syafrinda
BP. NIM : 2009.97487
Program Studi : Teknik Otomotif
Jurusan : Teknik Otomotif
Fakultas : Teknik

Padang, 29 Februari 2016

Dewan Penguji

Nama	Tanda Tangan
1. Ketua : Drs. Martias, M.Pd	
2. Sekretaris : Drs. Andrizal, M.Pd	
3. Anggota : Toto Sugiarto, S.Pd, M.Si	



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK OTOMOTIF

Jl. Prof Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang 25171



Certified Management System
DIN EN ISO 9001:2000

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Arif Syafrianda
NIM/TM : 97487/2009
Program Studi : Teknik Otomotif
Jurusan : Teknik Otomotif
Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan, bahwa Skripsi/Tugas Akhir/Proyek Akhir saya dengan judul: **Modifikasi Volume Silinder Pada *Three Vehicle* (Sepeda Motor Roda Tiga)** 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 UNP maupun di masyarakat dan negara.

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

Saya yang menyatakan,



Arif Syafrianda

NIM. 97487/2009

ABSTRAK

Arif Syafrianda.2009 : Modifikasi Volume Silinder Pada *Three Vehicle* (Sepeda Motor Roda Tiga)

Ruang bakar terletak di kepala silinder yang berfungsi sebagai tempat pembakaran campuran bahan bakar dengan udara yang telah di kompresikan oleh torak didalam silinder. Ruang bakar sendiri terletak di kepala silinder dan terhubung langsung ke katup masuk dan katup buang, juga tempat pemasangan busi.

Proses Modifikasi Volume Silinder Pada *Three Vehicle* (Sepeda Motor Roda Tiga) pada ruang bakar yang semula hanya 110 cc menjadi 150 cc dengan mengubah ukuran diameter piston dan blok silinder serta ruang *intake* dan *exhaust* diperbesar sehingga asupan bahan bakar dan buangan menjadi lebih besar menyesuaikan besarnya konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan untuk proses kompresi pada sepeda motor mio tersebut.

Modifikasi Ruang Bakar dan Silinder pada *Three Vehicle* (Sepeda Motor Roda Tiga) ini bertujuan untuk mendaptkan tenaga yang lebih besar karna lebih beratnya beban rangka pada roda depan *Three Vehicle* (Sepeda Motor Roda Tiga) yang diubah menjadi dua roda. Modifikasi Ruang Bakar dan Silinder ini juga mengakibatkan pemakain bahan bakar lebih boros karna dilakukanya penaikan cc motor.

Kata Kunci : Modifikasi Ruang Bakar dan Silinder.

KATA PENGANTAR



Syukur alhamdulillah penulis ucapkan kepada Allah Subhanahuwata'ala, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga akhirnya penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dengan judul "**Modifikasi Volume Silinder Pada *Three Vehicle* (Sepeda Motor Roda Tiga)**". Yang mana merupakan salah satu syarat untuk dapat menyelesaikan Program Studi Teknik Otomotif pada Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Otomotif Universitas Negeri Padang.

Dalam membuat laporan Tugas Akhir ini penulis banyak sekali menemui kesulitan dikarenakan keterbatasan ilmu yang dimiliki penulis. Hal ini disebabkan karena masih terbatasnya kemampuan penulis baik pengalaman maupun pengetahuan. Berkat bantuan dari berbagai pihak, penulis dapat mengatasi kesulitan tersebut dan akhirnya dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang kepada:

1. Bapak Drs. Syahril, ST., MSCE., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang
2. Bapak Drs. Martias, M. Pd selaku Ketua Jurusan Teknik Otomotif
3. Bapak Donny Fernandes, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Otomotif
4. Bapak Drs. Andrizal. M. Pd selaku Ketua Program Studi Teknik Otomotif Jurusan Otomotif

5. Bapak Drs. Andrizal. M. Pd selaku Penasehat Akademik Program Studi Teknik Otomotif.
6. Bapak Drs. Martias, M. Pd selaku Pembimbing Penyelesaian Tugas Akhir.
7. Dosen dan staf Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik UNP yang telah membagi ilmu pengetahuan dan pengalaman yang sangat berharga.
8. Teristimewa kedua orang tua tercinta yang selalu dengan ikhlas memberikan dukungan, doa dan materi.
9. Seterusnya kepada semua pihak yang telah membantu demi kelancaran Tugas Akhir dan penulisan laporan ini.

Penulis sangat menyadari bahwa dalam penulisan laporan ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga penulis sangat mengharapkan saran serta kritik yang bersifat membangun guna demi kesempurnaan laporan tugas akhir ini.

Akhirnya penulis berharap agar laporan ini dapat memberikan sumbangan, pemikiran dan informasi yang bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa serta para pembaca pada umumnya.

Padang, 29 Februari 2016

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR	i
HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
SURAT PERNYATAAN PLAGIAT	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Batasan Masalah	3
D. Rumusan Masalah	3
E. Tujuan Tugas Akhir	4
F. Manfaat Tugas Akhir	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Ruang bakar dan silinder	5
B. Sistem Pembakaran pada motor bensin 4 tak	14
C. Perbandingan Campuran Bahan Bakar dan Udara	15
D. Menguji Putaran Mesin dan Torsi	19
E. Performa Motor bakar	20
BAB III PEMBAHASAN	
A. Metodologi Modifikasi Volume Silinder pada <i>Three Vehicle</i> (Sepeda Motor Roda Tiga)	24
B. Pembahasan	31
BAB IV PENUTUP	
A. Kesimpulan	32
B. Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Three Vehicle (Sepeda Motor Roda Tiga) adalah sebuah kendaraan dengan penggerak mesin dengan menggunakan rangka khusus yang dirancang sedemikian rupa untuk dapat melintas di segala medan. *Three Vehicle* (Sepeda Motor Roda Tiga) merupakan perpaduan antara sepeda motor dan mobil yang keduanya memiliki kelebihan masing-masing pada saat melintas di medan sulit.

Perpaduan yang dimaksudkan adalah perubahan bentuk rangka dari sepeda motor menjadi seperti semi mobil dimana semula sepeda motor hanya menggunakan roda 1 didepan menjadi 2 roda dan juga memiliki sistem kemudi dan suspensi yang nyaman sehingga mudah menghadapi medan yang sulit serta membawa beban yang lebih banyak.

Pada mulanya *Three Vehicle* (Sepeda Motor Roda Tiga) hanya digunakan oleh para pemilik perkebunan untuk alat transportasi mereka, tapi seiring dengan perkembangan zaman *Three Vehicle* (Sepeda Motor Roda Tiga) dapat digunakan untuk banyak kegiatan di dunia otomotif seperti balap, motor penjelajah alam, kendaraan operasional tim SAR atau di Indonesia banyak disewakan untuk kegiatan lintas alam ditempat wisata.

Proses pembuatan dari *Three Vehicle* (Sepeda Motor Roda Tiga) ini membutuhkan pekerjaan yang sangat panjang karena dapat kita lihat saat sekarang ini *Three Vehicle* (Sepeda Motor Roda Tiga) banyak menggunakan

kendaraan bermotor yang sudah di modifikasi baik itu sepeda motor 4 tak manual, matic dan juga sepeda motor 2 tak.

Tentu dengan dilakukannya modifikasi pada sepeda motor tersebut yang semula hanya berangka standar dan menggunakan 2 roda kebanyakan diubah menjadi 3 roda, 4 roda dan juga 6 roda. Perubahan tersebut sepeda motor mengalami perubahan pada konstruksi rangka sehingga mengakibatkan beban yang akan di dorong sepeda motor menjadi lebih besar.

Tentu dengan perubahan bentuk rangka tersebut dibutuhkan modifikasi pada volume silinder sehingga bisa mendapatkan power yang lebih besar sehingga mampu mendorong bentuk tangka yang sudah dimodifikasi tersebut. Tenaga yang dibutuhkan harus disesuaikan dengan keadaan modifikasi rangka, beban dan struktur jalan yang akan dilalui oleh sepeda motot tersebut.

Dari perubahan tenaga yang dibutuhkan pada *Three Vehicle* (Sepeda Motor Roda Tiga) tersebut juga harus di perhatikan pada beberapa hal pada engine seperti perubahan besarnya suplay bahan bakar, kecepatan sistem pengapian ,pemilihan bahan untuk memodifikasi rangka dan juga efisiensi serta emisi yang dihasilkan oleh *Three Vehicle* (Sepeda Motor Roda Tiga) tersebut.

Untuk itu kami berinisiatif untuk memodifikasi Yamaha mio menjadi *Three Vehicle* (Sepeda Motor Roda Tiga), dan dari judul tugas akhir penulis mengambil bagian pengerjaan tentang “ Modifikasi Volume Silinder

Pada *Three Vehicle* (Sepeda Motor Roda Tiga)” dan ini masih jauh dari sempurna sehingga perlu dilakukan pekerjaan lanjutan.

B. Identifikasi Masalah

Dari latar belakang yang telah dijelaskan diatas dapat diidentifikasi masalah yang saling berkaitan, masalah-masalah tersebut adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mendapatkan tenaga yang besar dengan konstruksi sederhana pada *Three Vehicle* (Sepeda Motor Roda Tiga)?
2. Mencari dan mempelajari tentang modifikasi volume silinder sehingga mendapatkan power yang dibutuhkan *Three Vehicle* (Sepeda Motor Roda Tiga)?

C. Batasan Masalah

Berdasarkan pada identifikasi masalah, maka penulis membatasi masalah pada Modifikasi Volume Silinder *Three Vehicle* (Sepeda Motor Roda Tiga).

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah diatas, dapat dirumuskan masalah dalam pembuatan tugas akhir ini yaitu

1. Bagaimana proses Modifikasi Volume Silinder sehingga menghasilkan tenaga yang cukup besar untuk mendorong perubahan konstruksi dari modifikasi Yamaha Mio menjadi ATV ?.”

E. Tujuan Tugas Akhir

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari Tugas Akhir ini adalah “Dapat mengetahui langkah-langkah Modifikasi Volume Silinder pada *Three Vehicle* (Sepeda Motor Roda Tiga).”

F. Manfaat Tugas Akhir

Penulisan tugas akhir ini diharapkan bermanfaat bagi:

1. Dapat mengaplikasikan ilmu yang telah di pelajari selama perkuliahan.
2. Menambah sarana praktikum bagi mahasiswa jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang untuk menunjang dalam mempelajari Modifikasi Volume Silinder *Three Vehicle* (Sepeda Motor Roda Tiga).
3. Sebagai salah satu syarat bagi penulis untuk menyelesaikan program studi Teknik Otomotif.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Ruang Bakar dan Silinder

1. Teknik Modifikasi Ruang Bakar dan Silinder Sepeda Motor

Saat ini modifikasi motor selalu berkembang setiap waktu. Jika beberapa tahun yang lalu modifikasi motor hanya terfokus di tampilan saja, maka belakangan ini tidak sedikit yang mulai mengubah spesifikasi ruang bakar dan silinder.

a. Memperbesar Diameter Silinder

Merujuk dari rumus yang tercantum pada buku "*Performance Tuning 4 Strokes* (Graham Bell, 2006)", maka langkah piston (*bore up*) merupakan langkah pertama dalam modifikasi mesin, karena nilai kenaikan akan selalu terpakai di rumus - rumus selanjutnya untuk menghitung spesifikasi bagian lainnya.

Konsekuensi dari *bore up* ini sebenarnya cukup minim, dengan catatan pengerjaan seperti pembubutan atau penggantian boring, penggantian piston, dan pemasangannya dikerjakan dengan baik dan benar. Penggantian piston dengan kepala piston yang lebih tinggi juga dapat meningkatkan kompresi secara signifikan, yang secara teoritis membutuhkan bahan bakar dengan oktan lebih tinggi agar proses pengapian tetap efektif dan optimal.

b. Katup Masuk dan Katup Buang

Penggantian katup biasa dilakukan untuk optimalisasi perubahan spesifikasi ruang bakar dan *porting*. Ukuran katup masuk dan katup buang yang ideal sangat tergantung besarnya nilai *bore* suatu mesin. Dipaparkan dalam rumus sederhana berikut :

1) *Inlet Valve* = 0,55-0,57. *bore* (berlaku untuk ruang bakar berbentuk *hemisphere*)

2) *Inlet Valve* = 0,5. *bore* (berlaku untuk ruang bakar berbentuk *bathtub*)

3) *Exhaust Valve* = 0,8. *inlet valve*

Konsekuensi dari penggantian katup ini adalah, apabila perubahan diameter katup melebihi batas aman dari spesifikasi yang dianjurkan, maka harus dilakukan perubahan posisi katup, entah dilakukan dengan cara memendam posisi katup lebih dalam, atau merubah sudut dudukan katup, dan lain-lain, yang tentunya juga akan mengubah kondisi kepala silinder menyesuaikan dengan perubahan posisi katup.

c. Modifikasi *Intake* dan *Exhaust*

Modifikasi intake dan Exhaust merupakan modifikasi jalur lalu lintas gas bakar dan gas buang pada kepala silinder, yang jika diperhitungkan secara teliti dapat meningkatkan tenaga dengan cukup signifikan sehingga selain sebagai pendukung perubahan *bore-up* dan perubahan katup, *porting* dan *polish* juga dapat dipraktekkan dalam spesifikasi motor standar, tentunya dengan hitungan yang disesuaikan, namun masih tetap menggunakan rumus yang serupa.

Porting merupakan proses modifikasi jalur gas bakar dan gas buang yang meliputi perubahan ukuran, bentuk, dan sudut jalur gas, sementara *polish* bisa diartikan sebagai proses pembersihan dinding jalur gas. Keduanya berperang penting untuk menentukan optimalisasi lalu lintas gas bakar dari karburator dan gas buang menuju knalpot. Ukuran *port* yang ideal dijelaskan dalam rumus sederhana berikut :

$$\text{Inlet Port} = 0,75-0,8 \cdot \text{inlet valve}$$

$$\text{Exhaust port} = 0,8-1,0 \cdot \text{exhaust port}$$

Perubahan *port*, selain mendukung kelancaran aliran gas bakar juga menciptakan *flow* dan *swirl gas* bakar yang masuk ke ruang bakar, tergantung dari bentuk *port* dan arah *intake* karburator.

d. *Camshaft*

Penggantian *camshaft* biasanya dilakukan bersamaan dengan penggantian katup yang lebih besar, namun tidak menutup kemungkinan juga dilakukan pada mesin standar.

Yang perlu diperhatikan adalah durasi dari kem tersebut, baik itu dari durasi buka-tutup katup dan LSA. Durasi buka-tutup katup akan berakibat pada hitungan kompresi dinamis suatu mesin.

Rasio kompresi statis :

$$R_s = (V_s + V_{rb}) : V_{rb}$$

Keterangan :

V_s = Volume Silinder

V_{rb} = Volume Ruang Bakar

Rasio kompresi dinamis melibatkan panjang setang piston dan derajat tutup katup masuk, karena kompresi dinamis terjadi saat katup masuk menutup, yang biasanya terjadi saat piston sudah mulai bergerak dari Titik Mati Bawah (TMB), maka hitungan kompresi statis tidak berlaku lagi karena volume silinder saat kompresi sudah berkurang.

e. Karburator

Penggantian karburator sering dilakukan dalam modifikasi mesin, terutama penggantian dengan karburator yang memiliki ukuran *venturi* lebih besar, dengan harapan dapat memperbesar pasokan gas ke dalam ruang bakar. Namun sebetulnya, pengantian karburator adalah untuk memenuhi kebutuhan karakter mesin yang diinginkan, dijelaskan dalam rumus berikut :

$$D = K \times \sqrt{C \times N}$$

keterangan :

D = diameter venturi karburator, dalam satuan mm

K = Konstanta (nilainya ada di antara 0.6 – 0.9, untuk motor harian disarankan 0.65)

C = kapasitas mesin mesin, dalam satuan liter

N = putaran mesin puncak yang diinginkan, dalam satuan rpm

Penentuan nilai “N” harus sesuai dengan spesifikasi dan karakter mesin dan juga spesifikasi CDI (limiter) tidak terjadi pemborosan karena ketidak-sesuaian antara spesifikasi teknis karburator dan bagian mesin serta perangkat pendukungnya. Penggantian karburator tentunya harus

didukung jetting yang baik dan sesuai dengan kondisi mesin, sehingga hasil yang didapatkan lebih optimal.

f. Coil, Kabel Busi, Busi

Perangkat pengapian ini bisa diandalkan untuk memperbesar energi pembakaran, yang tentunya akan lebih optimal jika telah memperhitungkan spesifikasi mesin dan kondisi bahan bakar. Selain perangkat primer, banyak pula beredar perangkat sekunder untuk memperbaiki kondisi pengapian standar seperti coil booster, CDI stabilizer, hingga *air / saluran induction* dan lain-lain. Efek lain dari meningkatnya efisiensi pembakaran adalah efisiensi konsumsi bahan bakar.

g. CDI

Hal yang perlu dipertimbangkan dalam penggantian CDI terutama yang dimodifikasi ini adalah memperhatikan spesifikasi standar motor aslinya dengan motor yang akan dipasang CDI tersebut, mulai dari waktu pengapian hingga input dari sensor yang berhubungan dengan kerja CDI. Sedangkan jika menggunakan CDI copotan yang khusus untuk motor yang akan diganti CDInya bisa langsung dipasang karena waktu pengapian dan input sensor cenderung sama, sementara putaran mesin bisa dicapai lebih tinggi karena limiter sudah tidak ada / digeser ke putaran mesin yang lebih tinggi.

Sementara penggunaan CDI *adjustable*, fungsinya akan lebih optimal jika dalam pemrogramannya telah memperhitungkan seluruh

spesifikasi mesin akhir (dalam kondisi standar atau telah dimodifikasi), kondisi perangkat pengapian, kondisi bahan bakar, dan lain-lain.

h. Knalpot

Selama ini terjadi kesalah pahaman mengenai penggantian knalpot, yaitu perangkat knalpot yang dipasang terlebih dahulu sebelum menyesuaikan spesifikasi bagian lainnya. Padahal, knalpot merupakan muara terakhir dari proses pembakaran, yang artinya spesifikasi knalpot akan sangat tergantung perubahan bagian lainnya, terutama *exhaust port*. Namun meskipun begitu, keberadaan knalpot juga sangat mendukung kesempurnaan proses pembakaran.

Jika ditarik kesimpulan, maka sebenarnya seluruh proses perubahan spesifikasi akan berpengaruh satu sama lain, dan setiap perubahan akan menimbulkan efek positif dan negatifnya masing-masing, tinggal bergantung pada kerapian pengerjaan dan penghitungan yang presisi sehingga didapatkan hasil yang optimal untuk setiap perubahan.

2. Ruang Bakar dan Silinder

Ruang bakar terletak di kepala silinder yang berfungsi sebagai tempat pembakaran campuran bahan bakar dengan udara yang telah di kompresikan oleh torak didalam silinder. Ruang bakar sendiri terletak di kepala silinder.

Ruang bakar terhubung langsung ke katup masuk dan katup buang, juga tempat pemasangan busi. Oleh karena itu bentuk ruang bakar sangat

dipengaruhi oleh komponen tersebut dan pada umumnya bentuk pada motor bensin adalah sebagai berikut :

a. Ruang bakar model setengah bulat (*hemispherical combustion chamber*)

Ruang bakar model ini mempunyai kelebihan dibandingkan model lain. Model ini mempunyai permukaan yang lebih kecil apabila dibandingkan dengan model lain yang sama kapasitasnya. Hal ini menguntungkan karena panas yang hilang atau efisiensi panas yang dihasilkan lebih besar. Maka efisiensi pemasukan akan lebih tinggi. Dalam segi konstruksi model ini lebih sempurna, tapi penempatan mekanisme katubnya lebih rumit.

b. Ruang Bakar Model Baji (*Wedge Type Combustion Chamber*)

Ruang bakar model ini adalah salah satu model yang populer karena kehilangan panasnya lebih kecil. Mekanisme katup yang akan ditempatkan dapat dibuat dengan konstruksi yang lebih sederhana dibandingkan dengan model setengah bulat.

c. Ruang bakar model bak mandi (*bath up type combustion chamber*)

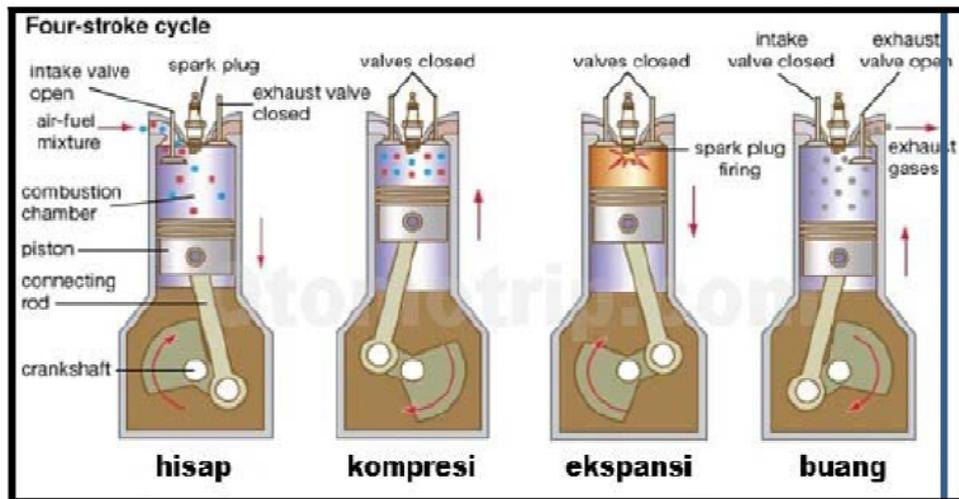
Model ini konstruksinya lebih sederhana sehingga biaya produksinya lebih murah. Diameter katup yang digunakan lebih kecil. Tetapi proses *exhaust* dan *intake* menjadi kurang efisien dibandingkan model setengah bulat.

d. Ruang bakar model *pent roof*

Model ini pada umumnya digunakan pada mesin yang jumlah katupnya lebih dari 2 untuk setiap silinder. Model ini akan memberikan efek

semburan yang lebih baik sehingga proses pembakaran akan lebih cepat dan penempatan busi berada di tengah ruang bakar.

Motor bakar empat langkah adalah mesin pembakaran dalam dimana pembakaran akan mengalami empat langkah piston dalam satu kali siklus. Pada umumnya, mesin pembakaran dalam pada sepeda motor, mobil, pesawat terbang, kapal, alat berat dan sebagainya menggunakan siklus empat langkah. Keempat langkah tersebut adalah langkah hisap (pemasukan), kompresi, tenaga dan langkah buang (Salazar, 1998). Adapun Prinsip kerja motor bakar 4 langkah dapat dijelaskan pada gambar 2.1 berikut :



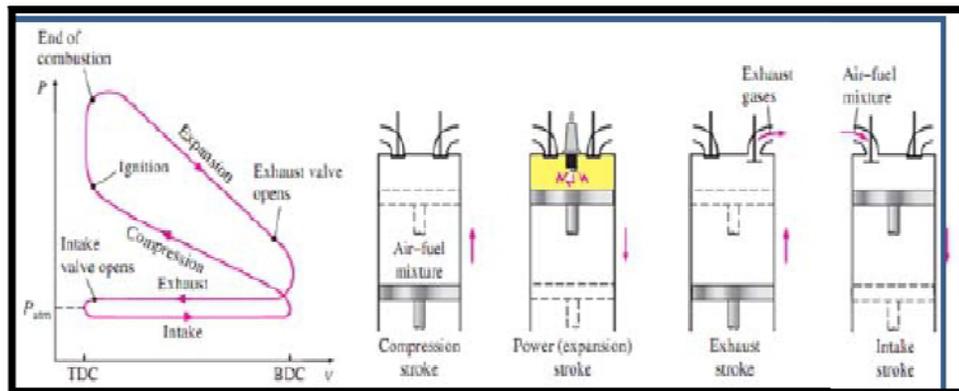
Gambar 1. Skema Motor Bakar 4 langkah

(Sumber: <http://otomotrip.com/langkah-kerja-piston-pada-mesin-4-tak.html>)

- a. Langkah pertama adalah langkah hisap dimana piston akan bergerak dari titik mati atas (TMA) ke titik mati bawah (TMB), katup masuk (intake) akan terbuka kemudian campuran bahan bakar dengan udara yang telah

tercampur di dalam karburator masuk ke dalam silinder melalui katup masuk dan saat piston berada di TMB katup masuk akan tertutup.

- b. Langkah kedua adalah langkah kompresi dimana piston akan bergerak dari TMA ke TMB sehingga bahan bakar dan udara yang telah tercampur akan tertekan. Katup masuk dan katup buang tertutup sehingga gas yang telah diisap tidak keluar pada waktu ditekan oleh torak. Beberapa saat sebelum piston mencapai TMA busi mengeluarkan bunga api. Gas bahan bakar yang telah mencapai tekanan tinggi terbakar dan akibat pembakaran bahan bakar, tekanannya akan naik.
- c. Langkah ketiga adalah langkah usaha, pada saat langkah kompresi hingga langkah usaha terjadi, kedua katup masih dalam keadaan tertutup, gas terbakar dengan tekanan yang tinggi kemudian menekan torak turun ke bawah dari TMA ke TMB, pada langkah ini terjadilah pembakaran. Kemudian tenaga disalurkan melalui batang penggerak, selanjutnya oleh poros engkol diubah menjadi gerak beputar.
- d. Langkah keempat adalah langkah buang dimana setelah terjadi usaha atau pembakaran maka piston akan bergerak dari TMA ke TMB dan saat itu katup masuk tertutup dan katup buang akan terbuka sehingga gas sisa pembakaran akan terdorong keluar melalui katup buang. Keadaan di dalam silinder motor selama berlangsungnya proses pembakaran tersebut dapat dilihat pada gambar grafik tekanan (P) dan volume (V) berikut ini :



Gambar 2. Grafik tekanan (P) dan volume (V) mesin 4 tak

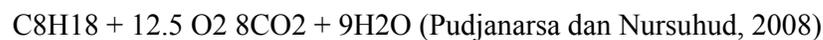
B. Sistem Pembakaran Pada Motor Bensin 4 tak

Menurut Mukaswan dan Boentarto, Pembakaran bisa terjadi pada ruang bakar motor dengan syarat adanya bahan bakar, oksigen dan temperatur yang tinggi. Bahan bakar dan udara tersebut haruslah memiliki campuran yang baik, karena apabila campuran bahan bakar dan udara tidak baik (tidak normal) maka pembakaran akan sulit terjadi.

Pada mesin 4 tak, pemasukan bahan bakar dan pembuangan gas sisa pembakaran dilakukan melalui katup masuk dan katup buang. Terbuka dan tertutupnya kedua katup tersebut diatur oleh perputaran poros hubungan (poros cam). Untuk membedakan antara katup masuk dan katup buang dapat dilihat dari diameter katup masuk yang umumnya lebih besar daripada katup buang. Hal ini bertujuan untuk memperbanyak jumlah bahan bakar yang masuk ke dalam ruang bahan bakar. Katup masuk mendapat pendinginan oleh bahan bakar baru yang masuk melalui katup masuk ke ruang pembakaran, sedangkan katup buang hanya dilalui oleh gas – gas hasil pembakaran yang bersuhu tinggi. (Rickieno, 2008).

Menurut Rickieno, bensin tidak akan terbakar tanpa adanya oksigen yang terdapat di udara. Dengan demikian, peranan udara disini adalah untuk membantu terjadinya pembakaran bensin. Oleh karena itu, bentuk cairan bensin dari tangki diubah menjadi partikel-partikel kecil yang disebut dengan “kabut” di dalam ruang bakar.

Proses pembakaran dikatakan ideal bila campuran bahan bakar dan udara dapat terbakar seluruhnya pada waktu dan keadaan yang dikehendaki yang disebut dengan perbandingan bahan bakar udara stoikiometrik (Kharisma, 2012). Berikut adalah reaksi kimia pembakaran yang sempurna :



Apabila bahan bakar lebih kecil dari stoikiometrik disebut dengan campuran yang miskin dan apabila bahan bakar lebih banyak dari stoikiometrik disebut dengan campuran yang kaya. Untuk menyediakan campuran bahan bakar dan udara maka pada sistem pembakaran bahan bakar dilengkapi dengan karburator.

C. Perbandingan Campuran Bahan Bakar dan Udara

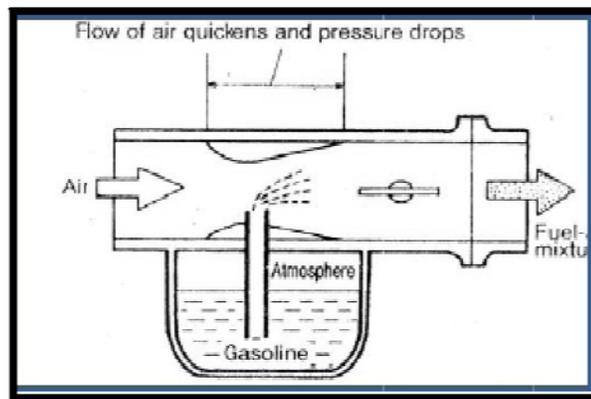
Perbandingan campuran bahan bakar dan udara secara ideal adalah 1 : 15 (Pulkrabek,1997) yang artinya bahwa setiap 1 massa bahan bakar bercampur dengan 15 massa udara.

a. Perbandingan Campuran Bahan Bakar dan Udara Secara Teori

Saat langkah hisap pada mesin, tekanan didalam silinder lebih rendah dari tekanan atmosfer, maka aliran udara mengalir melalui karburator kedalam saluran masuk ke silinder. Pada bagian karburator

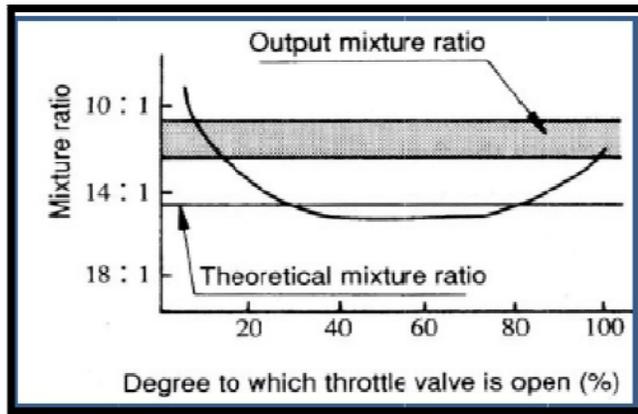
terdapat bagian yang menyempit yang berfungsi supaya aliran udara menjadi lebih cepat yang disebut dengan venturi. Bahan bakar masuk dari tangki bahan bakar menuju ke karburator terpancar membentuk partikel-partikel kecil kemudian disebarkan ke silinder.

Partikel campuran bahan bakar dan udara yang terbentuk pada proses ini mengalir melalui pipa pemasukan (*intake*) dan sebelum sampai ke silinder telah berubah menjadi “kabut” dan membentuk campuran bahan bakar dan udara. Saat proses peralihan dari cairan bahan bakar menjadi partikel (pengabutan) katup gas terbuka secara penuh dan putaran mesin pada putaran inggi, dengan aliran udara mencapai kecepatan maksimum, maka pada kondisi ini merupakan titik optimum proses kerja pengabutan bahan bakar Berikut ini adalah gambar skema terjadinya proses tercampurnya bahan bakar dan udara pada karburator :



Gambar 3. Skema Terjadinya Proses Campuran Bahan Bakar dan Udara
Campuran bahan bakar dan udara yang dimasukkan dari karburator ke

silinder dimampatkan dan dinyalakan oleh percikan api busi sehingga terbakar. Berikut ini dapat dilihat grafik perbandingan bahan bakar udara terhadap bukaan katup *throttle*.

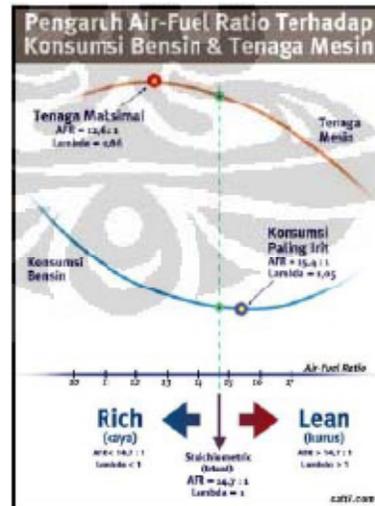


Gambar 4. Grafik Perbandingan Udara Dan Bahan Bakar Terhadap Bukaan Katup *Throttle*

Menurut Mukaswan dan Boenarto pada kenyataannya perbandingan bahan bakar dan udara (AFR) tersebut selalu berubah-ubah menurut kondisikerja motor. Perbandingan bahan bakar dan udara terhadap keadaan kerja motor menurut Mukaswan dan Boentarto dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut ini :

Tabel 1. Perbandingan AFR terhadap keadaan kerja motor

Perbandingan bahan bakar dan udara (AFR)	Keadaan kerja motor
1:5	Motor mulai hidup
1 : 11	Putaran idel
1 : 12 / 13	Tenaga maksimum / beban berat



Gambar 5. Grafik Pengaruh Afr Terhadap Konsumsi Bensin dan Performa Mesin

Gambar diatas menunjukkan grafik hubungan antara pengaruh campuran bahan bakar dan udara terhadap tenaga atau performa mesin yang dihasilkan pada berbagai perbandingan campuran. Pada grafik menunjukkan bahwa pada tenaga mesin maksimal perbandingan campuran bahan bakar udara adalah sebesar 1 : 12,6 sedangkan untuk konsumsi bahan bakar paling irit perbandingan campuran bahan bakar udara adalah sebesar 1 : 15,4 pada beban menengah.

b. Menghitung Perbandingan Campuran Bahan Bakar dan Udara

Untuk mendapatkan *ratio* yang tepat karburator dapat diatur pada *air screw* agar aliran udara yang masuk sesuai dengan bahan bakar yang akan dikabutkan dan untuk mengetahui apakah campuran bahan bakar dan udara yang masuk kedalam ruang bakar mempunyai *ratio*

yang tepat dapat dilihat pada kondisi mesin serta performa saat dinyalakan. Sedangkan untuk menghitung perbandingan bahan bakar dan udara (AFR) pada mesin dapat dicari dengan mengetahui besarnya nilai laju aliran massa udara aktual dan nilai laju aliran massa bahan bakar.

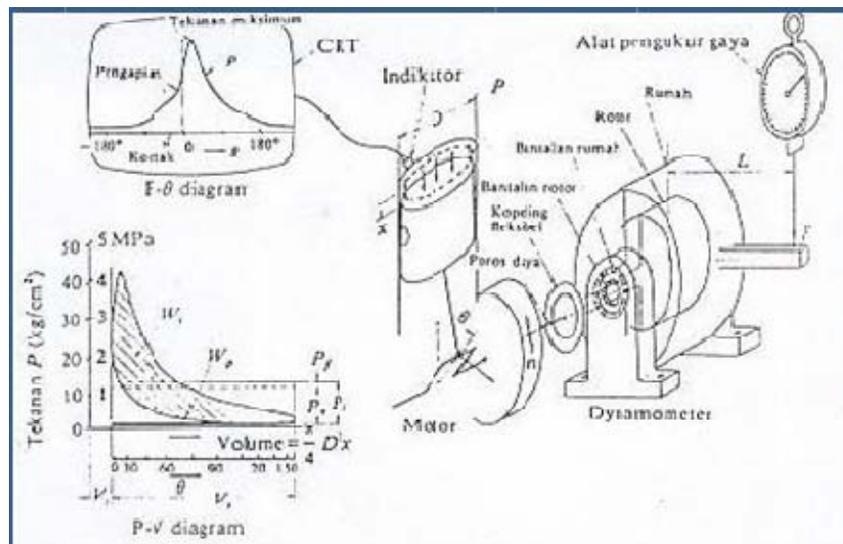
D. Mengukur putaran mesin dan torsi

Mengukur putaran mesin dan torsi dapat menggunakan alat Dinamometer. Dinamometer adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengukur putaran mesin dan torsi dimana daya yang dihasilkan dari suatu mesin atau alat yang berputar dapat dihitung. Pada prinsipnya dinamometer bekerja dengan cara memberikan beban kepada poros motor bakar melalui mekanisme pengereman pada poros engkol.

Secara fungsional, dinamometer dirancang untuk digunakan pada motor bakar ukuran kecil dengan daya dibawah 10 HP. Ada beberapa jenis dinamometer yang biasa digunakan yaitu dinamometer listrik dan dinamometer brakek. Dalam penelitian ini dinamometer yang digunakan adalah dinamometer tipe brake, dimana cara kerjanya adalah putaran poros dinamometer berasal dari putaran mesin yang ditransmisikan dengan menggunakan *pulley* yang dihubungkan dengan *belt*, dan poros ditumpu menggunakan *bearing*.

Pada bagian kedua ujung pangkal serta pada poros terdapat sistem pengereman menggunakan *disc brake*. Sistem pengereman inilah yang digunakan sebagai pemberi beban pada mesin saat pengujian yang berfungsi

untuk menurunkan putaran mesin sesuai yang diinginkan. Pada bagian *brake* terdapat lengan dengan panjang (l) dimana pada ujung lengan terdapat pegas yang digunakan sebagai alat ukur berapa besar gaya pembebanan yang diberikan pada mesin pada saat poros berputar dan pada saat dilakukan pengereman, maka daya yang diberikan pada mesin akan diserap oleh *disc brake* kemudian diteruskan ke pegas sehingga pegas mengalami pembebanan dan mengalami perubahan panjang dan besarnya dapat dilihat pada skala baca, perubahan panjang pada pegas inilah yang diukur sebagai besarnya pembebanan atau gaya (F) untuk dapat mengetahui nilai torsi mesin. Gambar skema alat tes prestasi motor bakar (dinamometer) dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 6. Skema Alat Tes Prestasi Motor Bakar

E. Performa Motor Bakar

Untuk dapat mengetahui performa motor bakar yang diam atau tidak bergerak kita perlu parameter apa saja yang digunakan sehingga kita dapat

mengetahui seberapa besar performa motor bakar tersebut, parameternya adalah mengetahui besarnya gaya, torsi dan daya pada motor tersebut.

a. Torsi

Torsi atau bisa diartikan sebagai momen puntir yang diberikkan pada suatu benda, sehingga menyebabkan benda tersebut berputa terhadap sumbu rotasi. Torsi pada motor adalah gaya yang bekerja dikalikan dengan panjang lengan gaya terhadap sumbu rotasi.

b. Daya

Daya adalah besarnya usaha yang dihasilkan setiap persatuan waktu. Daya pada motor adalah besarnya usaha yang mengakibatkan terjadinya perpindahan dalam waktu tertentu. Untuk mencari daya pada motor dapat dilakukan dengan mengalikan torsi mesin dengan usaha. Dalam hal ini usaha motor bakar adalah putaran poros engkol pada mesin.

c. Air Fuel Rasio (AFR)

Air Fuel Ratio adalah faktor yang mempengaruhi kesempurnaan proses pembakaran di dalam ruang bakar. Merupakan komposisi campuran bensin dan udara. Idealnya AFR bernilai 14,7. Artinya campuran terdiri dari 1 bensin berbanding 14,7 udara atau disebut dengan istilah *Stoichiometry*.

AFR terlalu kurus	<ul style="list-style-type: none"> • Tenaga mesin menjadi sangat lemah • Sering menimbulkan detonasi • Mesin cepat panas • Sering terjadi misfire • Membuat kerusakan pada silinder ruang bakar 	<i>saft7.com</i>
AFR kurus	<ul style="list-style-type: none"> • Tenaga mesin berkurang • Terkadang terjadi detonasi • Konsumsi bensin int 	
AFR ideal	Kondisi paling ideal	
AFR kaya	<ul style="list-style-type: none"> • Bensin agak boros • Mesin lebih bertenaga • Tidak terjadi detonasi 	
AFR terlalu kaya	<ul style="list-style-type: none"> • Bensin sangat boros • Asap knalpot berwarna hitam • Asap pedih di mata • Sering terjadi misfire • Terjadi penumpukan kerak di ruang bakar 	

Gambar 7. Pengaruh AFR terhadap kinerja motor bensin.

d. Konsumsi Bahan Bakar (Sfc)

SFC adalah ukuran efisiensi suatu mesin yang menggambarkan rasio antara jumlah pemakaian bahan bakar dan performa mesin yang dihasilkan. Semakin kecil nilai SFC suatu mesin maka menunjukkan mesin tersebut semakin efisien. Semakin besar kapasitas dan tingkat pembebanan suatu mesin bakar, maka efisiensi mesin akan semakin tinggi, begitu pula sebaliknya.

Besarnya daya dan *torsi* suatu motor merupakan hasil dari pembakaran campuran bahan bakar dan udara dalam ruang silinder. Banyaknya bahan bakar yang diubah menjadi daya ditunjukkan dalam satuan kilogram (Imam Kurniawan, 2005). Maka berarti banyaknya bahan bakar yang dikonsumsi oleh motor dibandingkan daya yang dihasilkan dalam tiap satuan waktu akan diperoleh besaran.

Tingkat pemakaian bahan bakar dalam suatu motor ditentukan dengan banyaknya bahan bakar yang diberikan dan daya yang dihasilkan saat itu, sehingga akan berbeda dengan pemakaian pada saat motor berjalan. Tidak selamanya mesin dengan volume silinder yang besar akan berarti konsumsi bahan bakarnya boros atau tinggi.

BAB III

PEMBAHASAN

A. Metodologi Modifikasi Volume Silinder Pada *Three Vehicle* (Sepeda Motor Roda Tiga)

Adapun tujuan dilakukannya modifikasi volume silinder pada *Three Vehicle* (Sepeda Motor Roda Tiga) ini bertujuan untuk meningkatkan tenaga pada sepeda motor agar bisa mendorong perubahan atau modifikasi pada rangka depan yang semula hanya menggunakan 1 buah roda menjadi 2 roda dan juga beratnya beban modifikasi sistem kemudi yang semula hanya sistem sepeda motor standar menjadi semi sistem kemudi pada mobil.

Pemilihan penggunaan kendaraan matik pada tugas akhir ini bertujuan memberi kemudahan pada penggunanya dan juga lebih mudahnya melakukan perawatan.

1. Alat.

- a) *Tool Sheat*
- b) Alat untuk Skir Klep
- c) Alat untuk bubut *Camshaft*
- d) Piston seat diameter 54 mm
- e) Blok silinder yang sudah di modif
- f) *Bor Tuner*

2. Bahan Modifikasi

- a. Spesifikasi Standar Motor Yamaha Mio 2011
 - 1) Nama Produk : MIO

2) Tipe Produk : *Automatic*

3) Mesin

a) Tipe Mesin : 4 langkah, SOHC 2-Klep pendingin udara

b) Diameter x Langkah : 50.0 x 57.9 mm

c) Volume Silinder : 113.7 CC

d) Perbandingan Kompresi : 8.8 : 1

e) Kopling : Kering, Sentrifugal Otomatis

f) Susunan Silinder : Tunggal

g) Karburator : NCV24x1 (Keihin)

h) Sistem Pengapian : DC-CDI

i) Pelumas : Wet Sump

j) Kapasitas Oli Mesin : 0.9 Liter

k) Transmisi : V-Belt Otomatis

l) Rasio Gigi : 2.399 - 0.829

m)Caster / Trail : 26.5 derajat/ 100 mm

n) Sistem Rem Depan : *Hydraulic Single Disc*

o) Sistem Rem Belakang : Drum

4) Chasis

a) Tipe Rangka : *Steel Tube*

b) Kapasitas Tangki : 3,7 Liter

c) Jarak Sumbu Roda : 1,240 mm

d) Jarak ke Tanah : 130 mm

e) Tinggi Tempat Duduk : 745 mm

5) Suspensi / Ban

- a) Suspensi Depan : Teleskopik
- b) Suspensi Belakang : Teleskopik
- c) Ukuran Ban Depan : 70/90-14MC 34P
- d) Ukuran Ban Belakang : 80/90-14MC 34P
- e) Sistem Starter : *Kick & Electric*

6) Performa (klaim pabrik)

- a) Daya Maksimum : 6.54 Km (8.9 ps) / 12,000 rpm
- b) Torsi Maksimum : 7.84 Nm (0.88 kgf.m) / 7,000 rpm(https://id.wikipedia.org/wiki/Yamaha_Mio)

3. Prosedur Modifikasi

Proses modifikasi sepeda motor yamaha mio 2011 pada ruang bakar yang semula hanya 110 cc menjadi 150 cc dengan mengubah ukuran diameter piston dan blok silinder serta ruang *intake* dan *exhaus* diperbesar sehingga asupan bahan bakar dan buangan menjadi lebih besar menyesuaikan besarnya konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan untuk proses kompresi pada sepeda motor mio tersebut.

Dari pabrikannya, setiap motor sudah memiliki spesifikasi dan kapasitas mesin masing-masing. Kapasitas mesin motor ini dinyatakan dalam satuan *Centimeter Cubic* (cc). Pada sepeda motor Matik Mio non injeksi, kapasitas mesinnya adalah 113,7cc. Dari spesifikasi tersebut tentunya kita tahu bahwa mesin mio dalam keadaan standar hanya mampu menampung campuran bahan bakar di dalamnya tidak lebih dari 113,7cc.

Pertanyaannya, bagaimana cara meningkatkan kapasitas mesin tersebut agar bisa menampung campuran BBM hingga 150cc. Dilihat dari sisi tenaga dan performa sepeda motor, tentunya kapasitas mesin yang besar pastinya akan memiliki tenaga yang besar juga. Tenaga yang besar dihasilkan karena campuran bahan bakar di ruang mesin juga banyak. Semakin banyak bahan bakar yang terbakar di ruang mesin, pastinya akan semakin banyak juga konsumsi BBM yang dibutuhkan.

Jadi ketika motor sudah dinaikkan kapasitas mesinnya, jangan berharap bensin akan lebih irit dari keadaan standarnya. cara meningkatkan kapasitas mesin Mio 113,7cc agar bisa menampung campuran BBM hingga 150cc, setidaknya kita harus paham terlebih dahulu hal yang menentukan kapasitas mesin sebuah sepeda motor. Yaitu diameter piston (*bore*) dan langkah piston (*stroke*). Semakin besar diameter dan langkah piston, maka kapasitas mesin semakin besar, artinya tenaga yang dihasilkan oleh sepeda motor tersebut menjadi semakin besar.

Komponen-komponen yang dilakukan modifikasi pada sistem volume silinder pada *Three Vehicle* (Sepeda Motor Roda Tiga):

a. Piston

Modifikasi pada piston ini dilakukan perubahan yang besar dari semula menggunakan piston dengan diameter 50 mm menjadi 54 mm sehingga memberikan torsi yang lebih besar sehingga mampu mendorong *Three Vehicle* (Sepeda Motor Roda Tiga) setelah dilakukan modifikasi.



Gambar 8. Piston

b. *Camshaft*

Perubahan pada *camshaft* dilakukan dengan membubut sudut penekan perklep sehingga proses *intake* dan *exhaus* yang masuk pada ruang bakar menjadi lebih cepat, sehingga bisa mencukupi asupan bahan bakar serta proses pembuangan gas sisa pembakaran.



Gambar 9. *Camshaft*

c. *Intake*

Modifikasi *intake* ini dilakukan agar asupan bahan bakar jadi lebih besar yang masuk pada ruang bakar yang yang telah di

settingasupanya oleh karburator agar sesuai dengan proses pembakaran yang terjadi pada ruang silinder.



Gambar 10. *Intake* Sepeda Motor

d. *Exhaust*

Saluran Gas buang ini juga diperbesar agar juga sesuai dengan hasil torsi dan asupan bahan bakar yang masuk pada ruang bakar sehingga tenaga yang dihasilkan pada proses embkaran tercapai pada hasil yang maksimum.



Gambar 11. *Exhaust* Sepeda Motor

e. Skir katup *intake* dan *exhaust*

Modifikasi ini dilakukan agar bisa menyesuaikan bahan bakar yang masuk dan gas buang dari ruang silinder sehingga tidak terjadi

kebocoran pada ruang *exhaus* dan *intake* pada sepeda saat terjadi proses pembakaran.



Gambar 12. Katup *Intake* dan *Exhaus* Sepeda Motor

f. Ruang Silinder

Modifikasi yang dilakukan pada ruang bakar yaitu menyesuaikan besaran diameter ukuran piston yang semula hanya berukuran 50 mm menjadi 54 mm. Ini dimasukkan agar memberikan hasil tenaga yang lebih besar dari hasil pembakaran pada ruang silinder.



Gambar 13. Ruang Silinder Sepeda Motor

B. Pembahasan

1. Dampak dari modifikasi

Hasil modifikasi pada volume silinder motor Yamaha Mio yang sudah dimodifikasi menjadi *Three Vehicle* (Sepeda Motor Roda Tiga) mendapatkan tenaga yang cukup besar sehingga mampu mendorong modifikasi rangka yang besar dari *Three Vehicle* (Sepeda Motor Roda Tiga).

Namun dari hasil tenaga yang besar tersebut pemakaian bahan bakar sedikit lebih boros dari pada standar pabrikan. Pada *Three Vehicle* (Sepeda Motor Roda Tiga) penulis merasamasih jauh dari kata sempurna, karena beratnya bahan yang digunakan pada modifikasi rangka sehingga masih kurang menghasilkan performa yang cukup bagus untuk *Three Vehicle* (Sepeda Motor Roda Tiga).

Karena batasan pengetahuan penulis dan juga dari batasan masalah yang penulis ambil, belum ada hasil yang akurat tentang hasil dari hasil pengujian tentang putaran mesin, pemakaian bahan bakar dan juga perbandingan emisi sebelum dan sesudah dilakukan modifikasi.

Karena banyaknya kekurangan pada *Three Vehicle* (Sepeda Motor Roda Tiga) tersebut perlu dilakukan pekerjaan lanjutan, yang dimaksudkan ada mahasiswa lain yang bisa untuk melakukan penyempurnaan pada *Three Vehicle* (Sepeda Motor Roda Tiga) tersebut baik dari segi rangka, kemudi, rem dan suspensi, dan juga pada sistem ruang bakar.

BAB IV

PENUTUP

A. Kesimpulan

Setelah penulis menyelesaikan laporan tugas akhir ini yang berjudul "Modifikasi Ruang Bakar dan Silinder pada *Three Vehicle* (Sepeda Motor Roda Tiga)" maka penulis dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Modifikasi Ruang Bakar dan Silinder pada *Three Vehicle* (Sepeda Motor Roda Tiga) ini bertujuan untuk mendapatkan tenaga yang lebih besar karna lebih beratnya beban rangka pada roda depan *Three Vehicle* (Sepeda Motor Roda Tiga) yang diubah menjadi dua roda.
2. Modifikasi Ruang Bakar dan Silinder ini juga mengakibatkan pemakaian bahan bakar lebih boros karna dilakukanya penaikan cc motor.

B. Saran

Berdasarkan pembahasan yang telah dijelaskan di atas, maka penulis juga ingin menyampaikan saran-saran sebagai berikut:

1. Diharapkan mahasiswa harus lebih selektif memilih proyek akhir yang hasilnya bisa bermanfaat terutama dibidang otomotif.
2. Hendaklah *Three Vehicle* (Sepeda Motor Roda Tiga) perlu dilakukan pekerjaan lanjutan oleh mahasiswa yang lain karna masih jauh dari dikatakan sempurna.

DAFTAR PUSTAKA

Boentarto,Drs. (1993). *Teknik Service Motor*. Yogyakarta: Andi Yogyakarta.

FT – UNP (2009). Buku Panduan Penulisan Tugas Akhir/Skripsi Universitas Negeri Padang. Padang.

Jama, Jalius, dkk.2008. Teknik Sepeda Motor Jilid 1. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.

(*www. Wikipedia. Com/go-kart*).

https://ratmotorsportindonesia.com>tag.