

SKRIPSI

**UJI KOMPARASI DAYA DAN TORSI MOTOR BAKAR 4 LANGKAH
MENGUNAKAN BAHAN BAKAR RON 92 DENGAN VARIASI PISTON**



DISUSUN OLEH :

YULIANTO

1810502021

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN (S1)

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS TIDAR

2022

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi dengan judul: UJI KOMPARASI DAYA DAN TORSI MOTOR BAKAR
4 LANGKAH MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR RON 92 DENGAN
VARIASI PISTON

Yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : Yulianto
NPM : 1810502021
Program Studi : Teknik Mesin S1

Telah Disahkan Oleh Dewan Pembimbing

Pada Tanggal,

Pembimbing I



Ir. Sri Widodo, M.Eng.
NIP. 195712032021211001

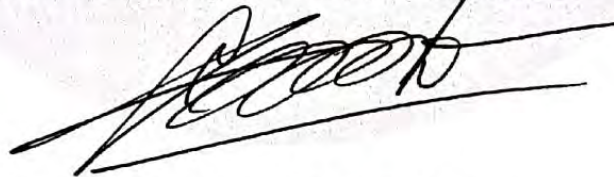
Pembimbing II



Trisma Jaya Saputra, S.T., M.T.
NIP. 197109102021211005

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Teknik Mesin S1



Catur Pramono, S.T., M.Eng.
NIP. 198407282015041001

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yulianto

NPM : 1810502021

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Uji Komparasi Daya Dan Torsi Motor Bakar 4 Langkah Menggunakan Bahan Bakar Ron 92 Dengan Variasi Piston” adalah benar-benar asli hasil karya sendiri, kecuali jika disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada instansi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun, serta bersedia mendapatkan sanksi akademik apabila ternyata di kemudian hari pernyataan tidak benar.

Magelang, Oktober 2022



Yulianto

NPM. 1810502021

HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI

Skripsi dengan judul: UJI KOMPARASI DAYA DAN TORSI MOTOR BAKAR
4 LANGKAH MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR RON 92 DENGAN
VARIASI PISTON

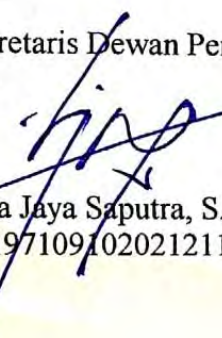
Yang dipersiapkan dan disusun oleh:

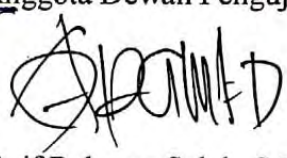
Nama : Yulianto
NPM : 1810502021
Program Studi : Teknik Mesin S1

Susunan Dewan Penguji


Sekretaris Dewan Penguji

Anggota Dewan Penguji


Trisma Jaya Saputra, S.T., M.T.
NIP. 197109102021211005

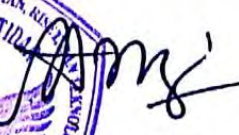

Dr. Arif Rahman Saleh, S.T., M.T.
NIP. 198505212019031006

Ketua Dewan Penguji


Ir. Sri Widodo, M.Eng.
NIP. 195712032021211001

Mengetahui
Dekan Fakultas Teknik




Dr. Ir. Sapto Nisworo, M.T., IPU.
NIP. 195909281991031001

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTO

Hanya karena jalanku berbeda, bukan berarti jalanku salah.

PERSEMBAHAN

1. Orang tua yang telah memberikan dukungan moral, finansial dan terutama doa dari mereka sehingga kegiatan terlaksana dengan lancar.
2. Teman-teman Program Studi Teknik Mesin Universitas Tidar (S1) yang membantu memberikan masukan dalam penulisan proposal skripsi ini.



KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kepada Allah SWT atas nikmat dan ridha-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Adapun judul skripsi yang penulis susun adalah “Uji Komparasi Daya dan Torsi Motor Bakar 4 Langkah Menggunakan Bahan Bakar RON 92 dan dengan Variasi Piston”.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan gelar program sarjana pada Jurusan Teknik Mesin Universitas Tidar. Dalam penyusunan skripsi ini penulis tidak lepas dari bimbingan, bantuan, dorongan dan kerja sama dari semua pihak. Untuk itu dengan kerendahan hati, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini. Adapun pihak-pihak tersebut diantaranya:

1. Dr. Ir. Sapto Nisworo, M.T., IPU selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tidar.
2. Trisma Jaya Saputra, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Tidar.
3. Catur Pramono, S.T., M.Eng. selaku Koordinator Program Studi Teknik Mesin (S1) Universitas Tidar.
4. Ir. Sri Widodo, M.Eng. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan serta petunjuk dan koreksi yang sangat berharga bagi skripsi ini.
5. Trisma Jaya Saputra, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan serta petunjuk dan koreksi yang sangat berharga bagi skripsi ini.
6. Seluruh dosen dan karyawan Program Studi Teknik Mesin (S1) Universitas Tidar yang telah memberikan bantuan maupun masukan terhadap penyusunan proposal skripsi ini.
7. Teman-teman Program Studi Teknik Mesin Universitas Tidar (S1) yang membantu memberikan masukan dalam penulisan proposal skripsi ini.

8. Semua pihak tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang secara tidak langsung membantu sepenuhnya dalam penulisan proposal skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, sehingga kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi kemajuan ilmu pengetahuan di masa mendatang. Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semuanya.

Magelang, Oktober 2022

Penulis

Yuianto

NPM 1810502021



DAFTAR ISI

MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
ABSTRAK	xii
ABSTRACT	xiii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB II	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Kajian Pustaka	4
2.2. Landasan Teori.....	6
2.2.1. Motor bensin 4 langkah.....	6
2.2.2. Pengertian Piston	10
2.2.3. Bahan bakar pertamax.....	16
2.2.4. Akselerasi.....	17
2.2.5. Proses pembakaran.....	17
2.2.6. Unjuk kerja motor bensin.....	18
BAB III	21
METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	21
3.2. Alat dan Bahan.....	21
3.2.1 Alat.....	21
3.2.2 Bahan	21
3.3. Metode Penelitian	22

3.4.	Variabel Penelitian.....	22
3.5.	Teknik Pengumpulan Data.....	23
3.6.	Teknik Analisis Data.....	23
3.7.	Rancangan Penelitian.....	23
3.8.	Proses Penelitian.....	25
3.8.1	Studi literatur.....	25
3.8.2	Persiapan alat dan bahan.....	26
3.8.3	Setting motor pada dynotest.....	26
3.8.4	Pengujian ukuran piston dengan putaran 3900 rpm, 4800 rpm, 5600 rpm. 26	
3.8.5	Pengambilan data daya dan torsi.....	27
3.8.6	Analisis hasil.....	27
3.8.7	Kesimpulan.....	27
BAB IV	.....	28
HASIL DAN PEMBAHASAN	.....	28
4.1.	Hasil Penelitian.....	28
4.1.1	Analisa Pembakaran.....	28
4.1.2	Daya.....	32
4.1.3	Torsi.....	33
4.1.4	Konsumsi bahan bakar.....	33
4.1.5	Emisi gas buang.....	36
4.2	Pembahasan.....	36
4.2.1.	Daya.....	36
4.2.2.	Torsi.....	37
4.2.3.	Konsumsi bahan bakar.....	38
4.2.4.	Emisi gas buang.....	39
BAB V	.....	41
PENUTUP	.....	41
5.1.	Kesimpulan.....	41
5.2.	Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA	.....	43
LAMPIRAN	.....	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Konstruksi motor 4 langkah.....	6
Gambar 2.2 Langkah hisap mesin bensin 4 langkah.....	7
Gambar 2.3 Langkah kompresi mesin bensin 4 langkah.....	7
Gambar 2.4 Langkah usaha mesin bensin 4 langkah.....	8
Gambar 2.5 Langkah buang mesin bensin 4 langkah.....	9
Gambar 2.6 Diagram P-V teoritis mesin bensin 4 langkah.....	9
Gambar 2.7 Kontruksi Piston.....	11
Gambar 2.8 Pegas Piston.....	12
Gambar 2.9 Pegas Kompresi Piston.....	13
Gambar 2.10 Pegas Minyak Piston.....	13
Gambar 2.11 Pin Piston.....	14
Gambar 2.14 Piston <i>Flat</i>	15
Gambar 2.15 Piston <i>Dish</i>	15
Gambar 2.16 Piston <i>Dome</i>	16
Gambar 3.9 Diagram alir penelitian.....	25
Gambar 4.1 Diagram P-V motor bakar 4 langkah.....	29
Gambar 4.1 Grafik hasil uji performa mesin untuk daya pertamax.....	36
Gambar 4.2 Grafik hasil uji performa mesin untuk torsi pertamax.....	37
Gambar 4.3 Grafik perbandingan konsumsi bahan bakar pertamax.....	38
Gambar 4.4 Grafik Hasil emisi gas buang CO pertamax.....	39
Gambar 4.5 Grafik Hasil emisi gas buang HC pertamax.....	40

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi Honda Supra X 125.....	20
Tabel 4.1 Format data uji performa mesin untuk daya bahan bakar pertamax.....	32
Tabel 4.2 Format data uji performa mesin untuk torsi bahan bakar pertamax.....	33
Tabel 4.3 Data waktu pengujian konsumsi bahan bakar pertamax.....	36
Tabel 4.4 Data hasil uji emisi gas buang pertamax.....	36



ABSTRAK

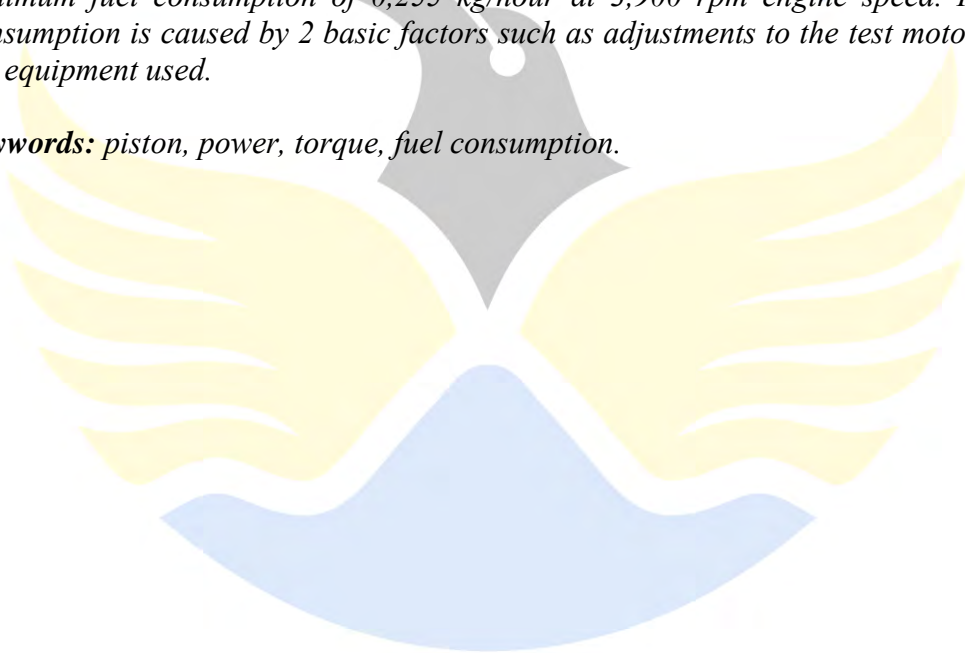
Berdasarkan observasi yang dilakukan pada pengguna sepeda motor bertransmisi manual terdapat beberapa keluhan yang dirasakan, hal yang sering dikeluhkan adalah performa yang kurang responsif. Banyak cara meningkatkan performa pada sepeda motor manual salah satunya memodifikasi piston. Tujuan pada penelitian ini yaitu mengetahui perbedaan daya bahan bakar pada sepeda motor dengan menggunakan piston standar dan piston modifikasi *dome*. Mengetahui perbedaan torsi yang dihasilkan sepeda motor dengan piston standar mengetahui perbedaan konsumsi yang dihasilkan sepeda motor dengan menggunakan piston modifikasi *dome*. Objek pada penelitian ini adalah sepeda motor bebek 125 cc dengan menggunakan putaran mesin 3.900 rpm, 4.800 rpm dan 5.600 rpm. Penelitian menggunakan metode pengujian variasi piston standar dan piston dengan modifikasi *dome* dengan putaran mesin yang sudah ditentukan. Hasil penggunaan piston standar menghasilkan daya maksimal 7,6 hp pada putaran mesin 5.600 rpm, torsi maksimal sebesar 10 Nm pada putaran mesin 4.800 rpm, dan konsumsi bahan bakar minimal sebesar 0,272 kg/jam pada putaran mesin 4.800 rpm. Hasil penggunaan piston modifikasi *dome* menghasilkan daya maksimal 8,1 hp pada putaran mesin 5.600 rpm, torsi maksimal sebesar 10,6 Nm pada putaran mesin 3.900 rpm, dan konsumsi bahan bakar minimal sebesar 0,255 kg/jam pada putaran mesin 3.900 rpm. Konsumsi bahan bakar disebabkan oleh 2 faktor yang mendasar seperti penyesuaian pada motor uji coba atau alat yang digunakan.

Kata kunci: piston, daya, torsi, konsumsi bahan bakar

ABSTRACT

Based on observations made on manual transmission motorcycle users, there are several complaints that are felt, the thing that is often complained about is the performance that is less responsive. There are many ways to improve performance on manual motorcycles, one of which is modifying the piston. The purpose of this study is to determine the difference in fuel power on a motorcycle using standard pistons and dome modification pistons. Knowing the difference in torque produced by a motorcycle with a standard piston, knowing the difference in consumption produced by a motorcycle using a dome modification piston. The object of this research is a 125 cc motorcycle with an engine speed of 3,900 rpm, 4,800 rpm and 5,600 rpm. This research uses a standard piston variation test method and a modified piston with a dome modification with a predetermined engine speed. The results of using a standard piston produce a maximum power of 7.6 hp at 5,600 rpm engine speed, a maximum torque of 10 Nm at 4,800 rpm engine speed, and a minimum fuel consumption of 0,272 kg/hour at 4,800 rpm engine speed. The results of using a dome modified piston produce a maximum power of 8.1 hp at 5,600 rpm engine speed, a maximum torque of 10.6 Nm at 3,900 rpm engine speed, and a minimum fuel consumption of 0,255 kg/hour at 3,900 rpm engine speed. Fuel consumption is caused by 2 basic factors such as adjustments to the test motor or the equipment used.

Keywords: piston, power, torque, fuel consumption.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dunia otomotif khususnya sepeda motor berkembang semakin pesat belakangan ini, dan diikuti oleh perkembangan dari berbagai komponen pendukung. Selain sebagai alat transportasi, sepeda motor juga digunakan untuk kepentingan kompetisi performa. Untuk menghasilkan sepeda motor dengan performa yang tinggi salah satunya yang paling penting adalah dengan melakukan modifikasi pada bagian mesin. Sejalan dengan perkembangan ilmu dan teknologi banyak terjadi penyempurnaan dan pengembangan baik dengan cara memodifikasi maupun dengan cara penambahan komponen-komponen pendukung pada motor (Wahyudi, 2021).

Piston merupakan suatu bagian penting yang ada di sepeda motor dan merupakan penggerak utama mesin dimana piston bergerak naik-turun di dalam silinder dan membuat langkah-langkah seperti langkah isap, langkah kompresi, langkah usaha, dan langkah buang. Bahan yang umumnya dipakai untuk piston adalah aluminium karena mempunyai sifat yang ringan (Kurniawan, 2020).

Sebagai jantung dari mesin, piston memiliki peran penting soal tenaga yang dihasilkan. Dengan kompresi yang dibuatnya, ledakan campuran bahan bakar pun akan memanfaatkan piston sebagai satu-satunya sumber penggerak di mesin. Memang kerjanya cukup berat, bahkan untuk keperluan meningkatkan performa lebih dahsyat, piston pun memerlukan perlakuan berbeda. Salah satunya lewat mengganti bentuk piston dengan permukaan lebih cembung yang dinamakan piston tipe *dome*. Tujuannya agar kompresi yang dihasilkan lebih tinggi. Sebab dengan permukaan piston yang lebih menonjol volume ruang kompresinya akan semakin sempit sehingga tekanannya menjadi lebih besar, dengan begitu rasio kompresinya pun meningkat (Sitorus, 2018).

Dengan salah satu komponen mesin di atas peneliti merasa perlu untuk melakukan penelitian tentang pengaruh bentuk kepala piston dan performa motor. Perubahan komponen mesin perlu dilakukan guna melihat perbedaan performa yang dihasilkan dan seberapa besar dampak serta pengaruhnya. Disini peneliti akan melakukan penggantian piston standar dengan piston yang berkepala cembung untuk meningkatkan performa sepeda motor, dan untuk mengetahui performa yang dihasilkan dari pemakaian jenis piston (Heryanto, 2017).

Mengacu pada latar belakang di atas, maka penulis bermaksud untuk melakukan penelitian dengan modifikasi piston untuk memperbaiki kualitas kinerja motor. Pada penelitian ini akan dikaji pengaruh modifikasi piston cembung terhadap performa atau kinerja motor bensin yang meliputi daya, torsi dan konsumsi bahan bakar. Penyempurnaan dan pengembangan motor bensin antara lain untuk meningkatkan daya motor. Jenis sepeda motor 4 langkah yang dilakukan modifikasi yakni Honda Supra X 125 dengan cara memodifikasi piston standar dengan piston yang lebih cembung dari standar pabriknya. Modifikasi yang dilakukan untuk meningkatkan performa motor.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Menentukan torsi yang dapat dihasilkan dari pengaruh piston modifikasi *dome*.
2. Menentukan daya yang dihasilkan dari pengaruh piston modifikasi *dome*.
3. Menentukan konsumsi bahan bakar yang dihasilkan dari pengaruh piston modifikasi *dome*.

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah adalah sebagai berikut :

1. Pengujian dilakukan pada sepeda motor Supra X 125.
2. Menggunakan piston standar dan piston modifikasi *dome*.
3. Menggunakan bahan bakar pertamax.
4. Pengujian yang dilakukan adalah daya, torsi dan konsumsi bahan bakar.
5. Pengujian dengan variasi putaran mesin (rpm).

1.4. Tujuan Penelitian

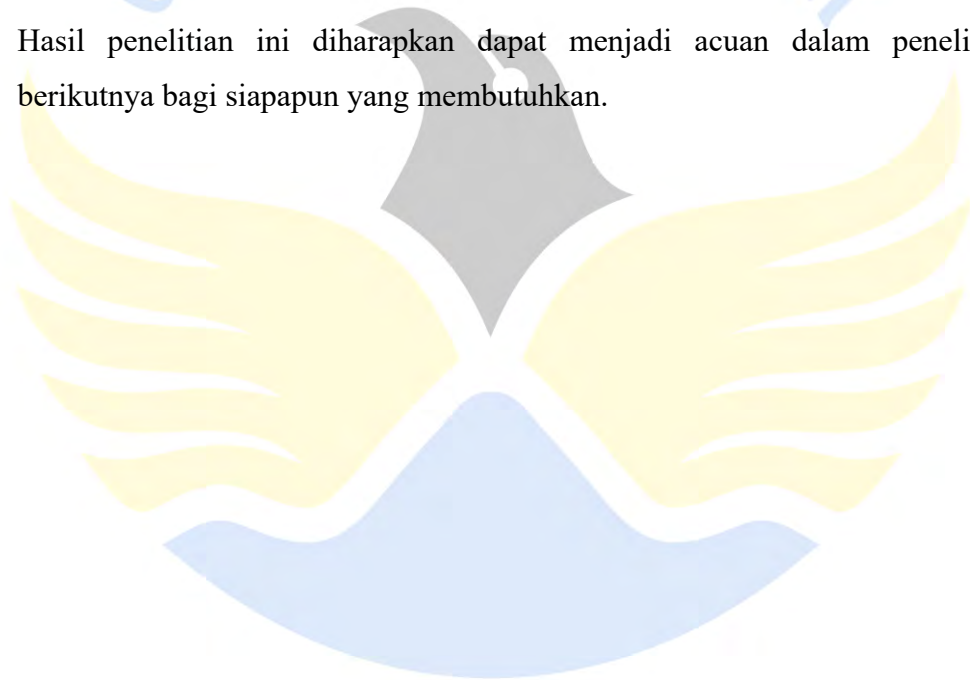
Adapun tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh piston modifikasi terhadap daya mesin yang dihasilkan.
2. Menganalisis pengaruh piston modifikasi terhadap torsi mesin yang dihasilkan.
3. Menganalisis pengaruh piston modifikasi terhadap konsumsi bahan bakar yang dihasilkan.

1.5. Manfaat Penelitian

Berikut adalah manfaat dari penelitian ini :

1. Mengetahui daya mesin yang dihasilkan oleh piston modifikasi.
2. Mengetahui torsi mesin yang dihasilkan oleh pengaruh piston modifikasi.
3. Mengetahui konsumsi bahan bakar yang dihasilkan oleh pengaruh piston modifikasi.
4. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam penelitian berikutnya bagi siapapun yang membutuhkan.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kajian Pustaka

Berdasarkan analisa data daya dan torsi pada sepeda motor honda Revo 100 cc menggunakan piston *dome* terjadi peningkatan daya 9,1% dan torsi naik 7,7%. Di bandingkan menggunakan piston *flat*. Dan konsumsi bahan bakar saat menggunakan piston *dome* lebih irit 7.7% pada rpm 2000, pada 3000 rpm lebih irit 8.6%, pada putaran 4000 rpm lebih irit 9.5%, pada 5000 rpm lebih irit 11.5%, pada 6000 rpm lebih irit 12.5%, pada 7000 rpm lebih irit 13.9%, pada 8000 rpm lebih irit 14.6%, dan pada 9000 rpm lebih irit 17.0% dibandingkan ketika menggunakan piston *flat* (Sitorus, 2018).

Pada penelitian berdasarkan hasil data dan pembahasan performa motor bensin 4 langkah dengan kondisi piston standar maupun dalam kondisi menggunakan piston *dome* bahan bakar campuran premium dan methanol dapat disimpulkan bahwa unjuk kerja motor yang optimal diperoleh pada mesin yang menggunakan piston *dome* dengan daya rata-rata 68,2581333 hp yakni naik 13% dari mesin yang menggunakan piston standar, torsi rata-rata sebesar 72,3806667 hp yakni meningkat 10% dari mesin dengan piston standar, Sfc dengan nilai sebesar 0,03508333 kg/hp.jam yaitu menurun 5% dari mesin dengan piston standar dan BEMP dengan nilai rata-rata sebesar 634,334 kPa yakni meningkat 12% dari mesin yang menggunakan piston standar (Rifai, 2016).

Penelitian ini menganalisa pengaruh modifikasi kepala silinder terhadap campuran bahan bakar-udara pada mesin Honda GX-160. Penelitian ini dilakukan dengan cara memotong kepala silinder sebesar 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, dan 0,5. mm yang akan memperkecil ruang bakar sehingga mempertinggi kompresi. Hasil penelitian pada performa mesin kondisi kepala silinder standar, untuk nilai torsi yang tertinggi dihasilkan 0,63 N.m pada putaran mesin 3800 rpm. Dan pada kondisi kepala silinder yang telah dimodifikasi, nilai torsi yang tertinggi pada putaran mesin 1,10, 1,14, 2,74, 3,13, 5,09 N-m. Daya tertinggi yang dihasilkan pada kondisi kepala silinder standar yaitu 3800 rpm yaitu 0,36 hp serta pada kondisi kepala silinder yang

telah dimodifikasi daya tertinggi pada putaran mesin 3800 rpm yaitu 0,64, 0,66, 1,57, 1,82, 2,97 hp. Nilai torsi dan daya yang dihasilkan cenderung lebih tinggi dengan menggunakan kepala silinder modifikasi. Komsumsi bahan bakar spesifik (SFC) yang dihasilkan pada kondisi standar cenderung lebih tinggi di bandingkan dengan kondisi kepala silinder yang telah dilakukan modifikasi, SFC terendah pada kepala silinder yang telah dimodifikasi yaitu pada putaran mesin 3800 rpm yaitu 1,67, 1,61, 0,87 0,58 0,32 kg/hp.h (Aprinaldi, 2014).

Terdapat perbedaan daya yang dihasilkan sepeda motor dari penggunaan massa piston standar dan massa piston variasi. Daya tertinggi yang dihasilkan oleh massa piston standar yaitu 7,4 hp pada putaran mesin 8000 rpm. Sedangkan daya tertinggi yang dihasilkan oleh massa piston yang dikurangi 3 gr yaitu 7,9 hp pada putaran mesin 7000 rpm, dan dengan menggunakan massa piston yang ditambah 3 gr daya maksimal yang diperoleh adalah 7,4 hp pada putaran mesin 7000 rpm. Dari semua variasi massa piston, dapat disimpulkan bahwa daya maksimal dihasilkan oleh massa piston yang dikurangi 3 gr yaitu 7,9 hp. Daya maksimal yang dicapai oleh massa piston standar cenderung lebih lambat dibandingkan dengan massa piston yang dikurang 3 gr dan ditambah 3 gr. Massa piston standar memerlukan putaran mesin 8000 rpm untuk mencapai daya maksimal, sedangkan massa piston yang dikurangi dan ditambah 3gr hanya perlu 7000 rpm untuk mencapai daya maksimal (Kurniawan, 2020).

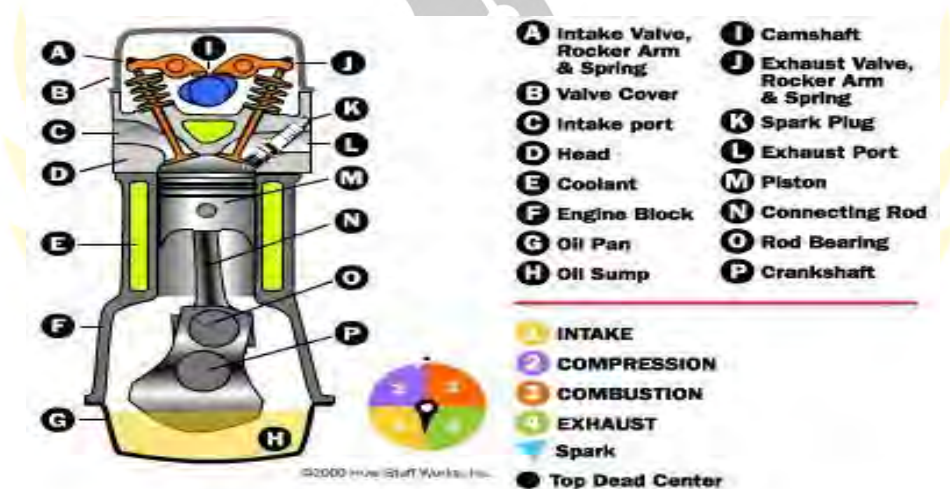
Tekanan Kompresi mesin menghasilkan perbedaan yang cukup jauh yaitu rata-rata kompresi mesin pada Piston Standar 11,5 kg/cm², sedangkan pada Piston Semi Racing Kit Fim 13 kg/cm². Apabila mesin menggunakan Piston Standar maka disarankan bahan bakar adalah Pertamina ron 92, sedangkan Piston Semi Racing Kit Fim menggunakan bahan bakar Pertamina Plus/Turbo 95-98. Konsumsi Bahan Bakar dalam menghabiskan 6 ml Bensin yaitu Piston Standar = 93,28 detik sedangkan Piston Kit Fim = 39,26 detik. Perbedaan signifikan yaitu sepertiga dari piston standar. Pengaruh kenaikan tekanan kompresi berimbas pada kenaikan konsumsi bahan bakar mesin (Salim, 2020).

2.2. Landasan Teori

2.2.1. Motor bensin 4 langkah

Motor bensin merupakan salah satu jenis motor pembakaran dalam yang sering disebut dengan *Internal Combustion Engine* (ICE), dimana bahan bakar dan udara dicampurkan dan dihisap ke ruang bakar kemudian mengalami proses pembakaran akibat percikan bunga api dari busi, dan panas yang dihasilkan dari pembakaran tersebut untuk menggerakkan kendaraan tersebut (Amrullah, 2018).

Motor bensin 4 langkah disebut motor 4 tak atau motor 4 langkah karena setiap proses pembakaran dibutuhkan 4 langkah torak dari titik mati bawah ke titik mati atas dan dari titik mati atas ke titik mati bawah kembali lagi dari titik mati bawah ke titik mati atas dan dari titik mati atas ke titik mati bawah. Hal ini menunjukkan setiap putaran poros engkol dihasilkan satu kali langkah yang menghasilkan tenaga. Konstruksi mesin bensin 4 langkah dapat dilihat pada Gambar 2.1.



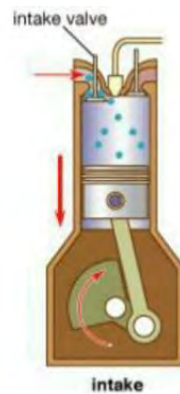
Gambar 2.1 Konstruksi motor 4 langkah (Amrullah, 2018)

Empat langkah dari mesin ini meliputi, langkah hisap, langkah kompresi, langkah usaha dan langkah buang yang secara keseluruhan memerlukan dua putaran poros engkol (*crankshaft*) per satu siklus pada motor bensin. Prinsip kerja dari motor bensin 4 langkah:

a. Langkah Hisap

Udara dan bensin bergerak menuju ruang bakar karena perbedaan tekanan antara atmosfer dan ruang bakar. Saat piston bergerak dari Titik Mati Atas (TMA) ke Titik Mati Bawah (TMB), katup masuk terbuka, katup buang tertutup, sehingga

terjadi perubahan volume pada ruang bakar, hal ini mengakibatkan turunnya tekanan ruang bakar, sedangkan tekanan luar tetap, maka akan bergerak masuk keruang bakar. Langkah hisap mesin bensin 4 langkah ditunjukkan oleh gambar 2.2.



Gambar 2.2 Langkah hisap mesin bensin 4 langkah (Amrullah, 2018)

b. Langkah Kompresi

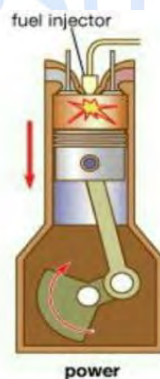
Dalam langkah ini, campuran udara dan bahan bakar dikompresikan. Katup hisap dan katup buang tertutup. Waktu torak naik dari TMB ke TMA, volume ruang bakar akan mengecil dan campuran udara serta bensin akan terkompresikan. Akibatnya tekanan dan temperaturnya akan naik, sehingga akan mudah terbakar. Saat inilah percikan api dari busi terjadi. Poros engkol berputar satu kali ketika torak mencapai TMA. Langkah kompresi mesin bensin 4 langkah ditunjukkan oleh Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Langkah kompresi mesin bensin 4 langkah (Amrullah, 2018)

c. Langkah Usaha

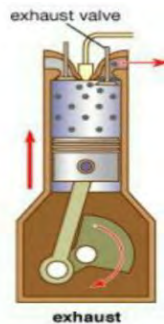
Dalam langkah ini, mesin menghasilkan tenaga dimana gerak translasi piston diubah menjadi gerak rotasi oleh poros engkol dan selanjutnya akan menggerakkan kendaraan. Saat piston mencapai TMA pada saat kompresi, busi memberikan loncatan bunga api pada campuran udara dan bahan bakar yang telah dikompresikan. Dengan adanya pembakaran, kekuatan dari tekanan gas pembakaran yang tinggi mendorong piston ke bawah. Usaha ini yang menjadi tenaga mesin. Langkah usaha mesin bensin 4 langkah ditunjukkan oleh Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Langkah usaha mesin bensin 4 langkah (Amrullah, 2018)

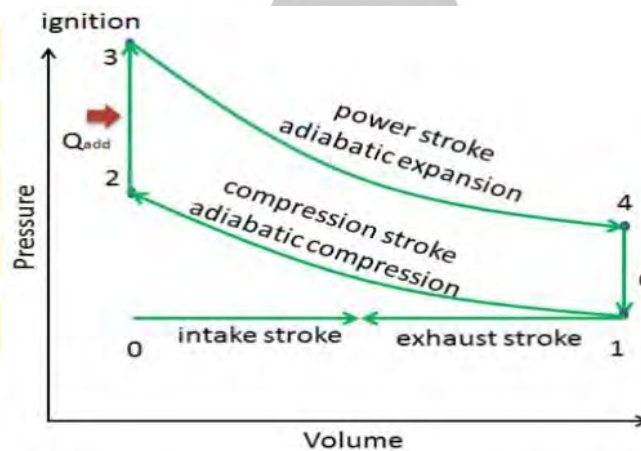
d. Langkah Buang

Dalam langkah ini, gas sudah terbakar, akan dibuang keluar silinder. Katup buang membuka sedangkan katup hisap tertutup. Waktu piston bergerak dari TMB ke TMA, mendorong gas bekas dari silinder. Pada saat akhir langkah buang dan awal hisap kedua katup akan membuka sedikit (*valve overlap*) yang berfungsi sebagai langkah pembilasan (campuran udara dan bahan bakar baru mendorong gas sisa hasil pembakaran). Ketika piston mencapai TMA, akan bergerak lagi untuk persiapan langkah berikutnya, yaitu langkah hisap. Poros engkol telah melakukan 2 putaran penuh dalam satu siklus yang terdiri dari empat langkah yaitu, 1 langkah hisap, 1 langkah kompresi, 1 langkah usaha dan 1 langkah buang yang merupakan dasar kerja pada mesin bensin empat langkah. Langkah buang mesin bensin 4 langkah ditunjukkan oleh Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Langkah buang mesin bensin 4 langkah (Amrullah, 2018)

Proses kerja adalah keseluruhan langkah yang berurutan untuk terjadinya satu siklus kerja dari mesin. Proses kerja ini terjadi berurutan dan berulang-ulang. Piston bergerak bolak-balik dari TMA ke TMB dan dari TMB ke TMA pada langkah selanjutnya. Siklus langkah kerja yang terjadi pada mesin bensin dinamakan siklus Otto dengan menggunakan bahan bakar jenis bensin. Selama proses kompresi dan ekspansi tidak terjadi pertukaran panas. Oleh karena itu, selisih panas yang masuk dengan panas yang keluar merupakan usaha yang dihasilkan tiap siklus. Diagram P-V aktual mesin bensin 4 langkah ditunjukkan oleh Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Diagram P-V teoritis mesin bensin 4 langkah (Sitorus,2018)

Keterangan :

- 0-1 : Langkah hisap (tekanan konstan)
- 1-2 : Langkah kompresi (entropi konstan)
- 2-3 : Langkah pembakaran (volume konstan)
- 3-4 : Langkah kerja (entropi konstan)
- 4-1 : Langkah buang (volume konstan)

Untuk menghitung diagram P-V diketahui rumus sebagai berikut

(Sitorus, 2018):

$$V_1 = V_L + V_C$$

$$V_L = \frac{\pi}{4} D^2 \cdot L$$

$$R_c = \frac{V_C + V_L}{V_C}$$

Keterangan :

V_1 = Volume

V_L = Volume langkah piston

V_C = Volume silinder piston

R_c = Langkah kompresi

Proses kompresi 1-2 :

$$T_2 = T_1 (R_c)^{k-1}$$

$$R_c \cdot V_2 = V_1$$

$$P_2 = P_1 (R_c)^k$$

Keterangan:

T_1 = Suhu

P_2 = Tekanan

Proses pembakaran 2-3

$$P_1 \cdot V_1 = M_{\text{camp}} \cdot R \cdot T_1$$

$$M_{\text{bb}} = \frac{1}{0} \cdot \eta_m \cdot M_{\text{camp}}$$

$$Q_{\text{in}} = M_{\text{bb}} \cdot Q_{\text{HV}} \cdot \eta$$

$$Q_{\text{in}} = M_{\text{camp}} \cdot C_v \cdot (T_3 - T_2)$$

$$P_3 = P_2 \cdot \frac{T_3}{T_2}$$

Proses pembakaran 3-4

$$T_4 = T_3 \cdot \left(\frac{1}{R_c}\right)^{k-1}$$

$$P_4 = P_3 \cdot \left(\frac{1}{R_c}\right)^k$$

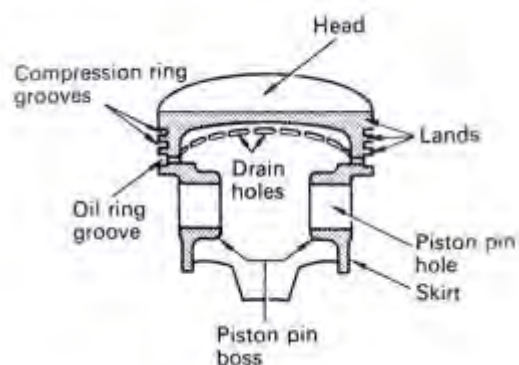
2.2.2. Pengertian Piston

Piston adalah alat peluncur yang sesuai dan merapat dalam suatu silinder sebagai komponen penting motor bakar. Piston mengubah volume silinder dan

memampatkan campuran bahan bakar dan udara yang mudah terbakar. Piston dihubungkan ke batang piston oleh pena piston untuk meneruskan tenaga hasil pembakaran ke poros engkol. Piston dirapatkan ke dinding silinder dengan pegas piston. Syarat piston kekuatan piston di kepala piston, kekakuan sisi samping, gesekan yang kecil, perapat gas bocor selama pembakaran, mencegah masuknya pelumas ke ruang bakar, penyaluran kalor yang baik ke dinding silinder, massa ringan. Piston berfungsi untuk menerima tekanan hasil pembakaran campuran gas dan meneruskan tekanan untuk memutar poros engkol (*crank shaft*) melalui batang piston (*connecting rod*) (Maleev, 1982).

Konstruksi Piston bergerak naik turun terus menerus di dalam silinder untuk melakukan langkah hisap, kompresi, pembakaran dan pembuangan. Oleh sebab itu piston harus tahan terhadap tekanan tinggi, suhu tinggi, dan putaran yang tinggi. Piston dibuat dari bahan paduan aluminium, besi tuang, dan keramik. Piston dari bahan aluminium paling banyak digunakan, selain lebih ringan, radiasi panasnya juga lebih efisien dibandingkan dengan material lainnya. Gambar 2.7 berikut menunjukkan konstruksi piston dengan nama komponennya.

Bentuk kepala piston ada yang rata, cembung, dan ada juga yang cekung tergantung dari kebutuhannya. Tiap piston biasanya dilengkapi dengan alur-alur untuk penempatan pegas piston dan lubang untuk pemasangan pena piston.



Gambar 2.7 Kontruksi Piston (Sitorus,2018)

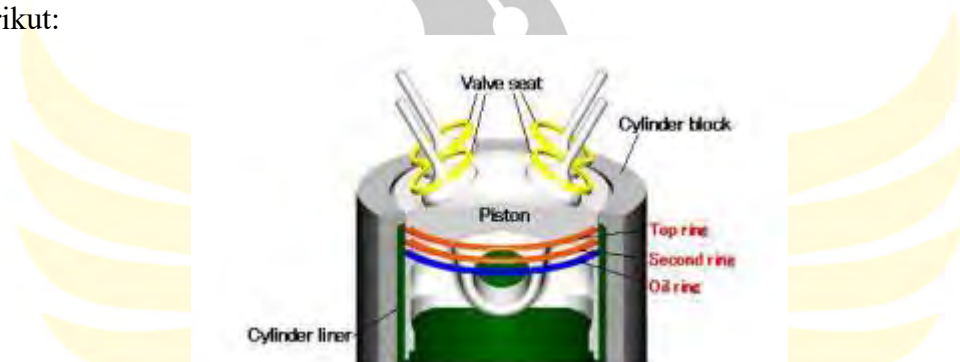
Bagian atas piston akan menerima kalor yang lebih besar dari pada bagian bawahnya saat bekerja. Oleh sebab itu, pemuaian pada bagian atas juga akan lebih besar dari pada bagian bawahnya, terutama untuk piston yang terbuat dari

aluminium. Agar diameter piston sama besar antara bagian atas dengan bagian bawahnya pada saat bekerja, maka diameter atasnya dibuat lebih kecil dibanding dengan diameter bagian bawahnya, bila diukur pada saat piston dalam keadaan dingin. Bagian-bagian Piston:

1. Pegas Piston

Fungsi pegas piston adalah sebagai perapat antara piston dengan dinding silinder agar tidak terjadi kebocoran gas pada saat langkah kompresi dan langkah usaha berlangsung, mencegah oli masuk ke ruang bakar, mengikis kelebihan oli pada dinding silinder, dan juga memindahkan panas dari piston ke dinding silinder untuk membantu mendinginkan piston.

Pegas piston bentuknya seperti cincin yang terpotong, dimana bentuk potongannya antara lain berbentuk potongan lurus (*straigh cut*), potongan miring (*diagonal cut*), dan potongan bertingkat (*step cut*) seperti terlihat pada gambar 2.8 berikut:



Gambar 2.8 Pegas Piston (Sitorus,2018)

Pegas piston dipasang dalam alur ring pada piston. Diameter luar dari pegas piston ini ukurannya lebih besar dari diameter pistonnya. Tujuannya agar dapat menekan dinding silinder pada saat terpasang. Pada kedua ujung pegas piston harus terdapat celah agar dapat mencegah patahnya pegas pada saat beroperasi. Pegas piston harus terbuat dari bahan yang tahan aus dan tahan lama. Umumnya pegas piston terbuat dari bahan besi tuang spesial, yang tidak merusak dinding silinder. Jumlah pegas piston bermacam-macam tergantung jenis mesin dan umumnya antara 3-4 pegas untuk setiap pistonnya, yang terdiri dari dua atau lebih pegas kompresi dan satu pegas minyak.

2. Pegas Kompresi

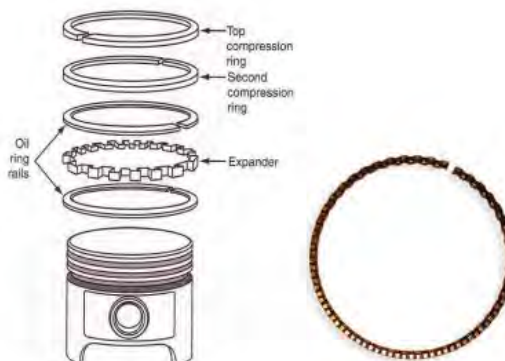
Pegas kompresi berfungsi sebagai perapat antara piston dengan dinding silinder agar tidak terjadi kebocoran campuran bensin dengan udara pada saat langkah kompresi dan langkah usaha berlangsung dari ruang bakar ke bak engkol. Jumlah pegas kompresi ini umumnya ada dua buah untuk masing- masing piston, namun ada juga yang lebih dari dua. Pegas kompresi paling atas disebut “*Top compression ring*” dan selanjutnya “*Second compression ring*” seperti terlihat pada gambar 2.9 berikut:



Gambar 2.9 Pegas Kompresi Piston (Sitorus,2018)

3. Pegas Minyak

Pegas minyak diperlukan untuk membentuk lapisan oli yang tipis antara piston dengan dinding silinder. Hal ini sangat penting sekali untuk mencegah keausan yang berlebihan antara dinding silinder dengan piston dan juga untuk memperkecil timbulnya panas akibat gesekan antara piston dan ring piston dengan silinder seperti terlihat pada gambar 2.10 berikut:



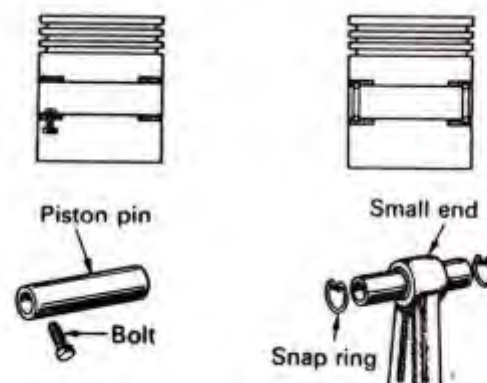
Gambar 2.10. Pegas Minyak Piston (Sitorus,2018)

Pada saat piston bergerak dari TMB ke TMA, minyak akan melumasi dinding silinder melalui lubang-lubang yang ada pada piston dan pegas minyak. Selanjutnya

pada saat piston bergerak dari TMA ke TMB, oli akan terkikis lagi oleh ring piston dan mengalir kembali ke *oil pan*. Hanya sebagian kecil saja dari minyak ini yang masih melapisi antara piston dengan dinding silinder.

4. Pin Piston

Fungsi pin piston adalah menghubungkan piston dengan bagian ujung yang kecil (*small end*) pada batang piston (*connecting rod*) melalui bushing dan meneruskan tekanan pembakaran yang diterima piston ke batang piston. Pin piston umumnya terbuat dari baja nikel. Diameternya dibuat besar agar luas bidang gesek menjadi besar dan tahan terhadap keausan. Selain besar, pin piston juga dibuat berlubang agar lebih ringan sehingga berat keseluruhan piston dapat dibuat lebih ringan dan mudah untuk membalansnya. Pin piston tidak terikat pada bushing piston atau batang piston, Pada kedua ujung pin piston ditahan oleh 2 buah pegas pengunci (*snap ring*). Pada model semi *floating* pin piston dipasang dan dibaut pada batang piston untuk mencegah lepas keluar atau bagian ujung yang kecil terbagi dalam dua bagian dan pena piston dibaut antara keduanya. Pada model *fixed*, salah satu ujung pin pistonnya dibautkan pada piston seperti terlihat pada gambar 1.11. berikut:



Gambar 2.11 Pin Piston (Sitorus,2018)

Pada motor bakar Torak, Piston memiliki bermacam bentuk tiga di antaranya yaitu Piston Permukaan Rata (*Flat*), Piston Cekung (*Dish*), Piston Dome. Ketiga piston ini mempunyai bentuk dan fungsi yang berbeda. Yang mana perbedaan bentuk kepala piston bertujuan untuk mendapatkan performa yang maksimal, efisiensi bahan bakar juga *durability* (daya tahan mesin).

a. *Piston Flat*

Piston dengan bentuk kepala rata atau sering disebut piston *flat*. piston *flat top* seperti kedengarannya; Itu memiliki puncak datar. Piston ini biasanya digunakan pada mesin yang diproduksi secara massal. karena mudah diproduksi dan ini membuat biaya mesin tetap rendah seperti terlihat pada gambar 2.14.



Gambar 2.14 Piston *Flat* (Sitorus,2018)

b. *Piston Dish*

Piston *dish* merupakan piston dengan permukaan kepala piston terdapat kubah cekung ke dalam. Piston *dish* biasanya digunakan untuk mengurangi rasio kompresi karena ditambahkan volume mangkuk ke volume pembakaran. Karena mengurangi kompresi rasio, piston *dish* dapat digunakan pada mesin *Turbo Charged* atau *Super Charged* untuk membantu menghindari peledakan (percikan api) di bawah kondisi yang meningkat seperti terlihat pada gambar 2.15.



Gambar 2.15 Piston *Dish* (Sitorus,2018)

c. *Piston Dome*

Piston *dome* merupakan piston dengan bentuk kepala yang melengkung ke atas, dimana piston ini memiliki karakter untuk mesin dengan kompresi tinggi. Keunggulan dari piston ini adalah meningkatkan *squish* dan tekanan kompresi akibat berkurangnya volume ruang bakar, serta mempunyai perbandingan luas

permukaan ruang bakar terhadap volume yang kecil sehingga meningkatkan tekanan kompresi saat piston berada di titik mati atas (TMA) seperti terlihat pada gambar 2.16.



Gambar 2.16 Piston *Dome* (Sitorus,2018)

2.2.3. Bahan bakar pertamax

Pertamax merupakan jenis bahan bakar dengan angka oktan 92. Pertamax dianjurkan digunakan untuk kendaraan bahan bakar bensin yang mempunyai perbandingan kompresi 9.1:1 sampai 10.0:1. Pertamax dengan bilangan oktan tinggi mempunyai periode penundaan yang panjang. Pada bahan bakar pertamax ditambahkan zat aditif sehingga mampu membersihkan mesin dari timbunan deposit pada *fuel injector* dan ruang pembakaran. Bahan bakar pertamax sudah tidak menggunakan campuran timbal sehingga dapat mengurangi racun gas buang kendaraan bermotor seperti nitrogenoksida dan karbonmonoksida. Bensin pertamax berwarna kebiruan dan memiliki kandungan maksimum sulfur (S) 0.1%, timbal (Pb) 0.013% jenis tanpa timbal dan P b 0.3% jenis dengan timbal, oksigen (O) 2.72%, pewarna 0,13 g/100 ℓ, titik didih 205°C, serta masa jenis (suhu 15°C) (Arismunandar, 2005).

Pertamax direkomendasikan untuk kendaraan yang diproduksi setelah tahun 1990, terutama yang telah menggunakan teknologi serta dengan *Electronic Fuel Injection* (EFI) dan *catalytic converters* (pengubah katalitik). Keunggulan pertamax di antaranya:

1. Pertamax memiliki nilai oktan 92 dengan stabilitas oksidasi yang tinggi dan kandungan *olefin*, *auromatic*, dan *benzene*-nya pada level yang rendah sehingga menghasilkan pembakaran yang lebih sempurna pada mesin.

2. Dilengkapi dengan aditif generasi lima dengan sifat *detergency* yang memastikan injektor bahan bakar, karburator, *inlet valve*, dan ruang bakar tetap bersih untuk menjaga kinerja mesin tetap optimal.
3. Pertamina sudah tidak menggunakan campuran timbal dan metal lainnya yang sering digunakan pada bahan bakar lain untuk meningkatkan nilai oktan, sehingga pertamax merupakan bahan bakar yang sangat bersahabat dengan lingkungan sekitar (PT. Pertamina, 2011).

2.2.4. Akselerasi

- a. Meningkatkan akselerasi mesin

Akselerasi merupakan kemampuan kendaraan untuk merubah kecepatan per satuan waktu. Salah satu masalah utama akselerasi yaitu untuk mencari jumlah konsumsi bahan bakar, karena itu untuk mencari jumlah konsumsi bahan bakar diperlukan pemodelan akselerasi yang dibuat dalam model persamaan regresi. Hal yang mempengaruhi akselerasi salah satunya adalah dengan mengganti gir depan bawaan motor dengan yang ukuran yang lebih kecil. Dengan mengganti gir depan menjadi lebih kecil, akan mengubah rasio gir depan terhadap gir belakang dikendarai.

2.2.5. Proses pembakaran

Ada dua kemungkinan yang terjadi pada pembakaran motor bensin yaitu:

- a. Pembakaran normal

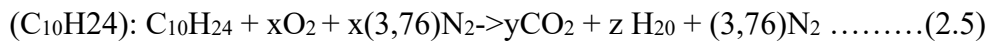
Pembakaran normal terjadi apabila bahan bakar dapat terbakar seluruhnya pada saat dan keadaan yang dikehendaki mekanisme pembakaran normal dalam motor bensin dimulai pada saat terjadinya loncatan bunga api pada busi beberapa derajat sebelum TMA, kemudian api membakar gas bakar yang berada di sekitarnya sehingga semua partikelnya terbakar habis. Dengan timbulnya energi panas, maka tekanan dan temperatur naik secara mendadak, sehingga torak terdorong bergerak menuju TMB.

- b. Pembakaran tidak normal

Pembakaran tidak normal adalah pembakaran yang terjadi di dalam silinder dimana nyala api dari pembakaran ini tidak menyebar dengan teratur dan merata

sehingga menimbulkan masalah atau bahkan kerusakan pada bagian-bagian dari motor hal dapat terjadi akibat dari pembakaran yang tidak sempurna.

Pembakaran yang di hasilkan dari campuran udara dan bahan bakar masuk ke mesin dan menghasilkan energi kalor. Pembakaran sempurna dari pertamax ($C_{10}H_{24}$) menghasilkan reaksi di bawah ini:



Angka 3,76 perbandingan nitrogen dan oksigen diudara dari reaksi $x= 12,5$, $y= 8$, $z=9$ menghasilkan angka 3,76 , sehingga meghasilkan reaksi:



Sebagian besar komposisi udara mengandung Oksigen dan nitrogen dan sebagian kecil komposisi udara mengandung gas yang lain

Dari pembakaran tersebut dapat didapatkan nilai lamda, berikut ini adalah rumus (Suhirta 2008):

- a. Rasio udara bahan bakar stokiometri

$$AFR = \frac{16 \times 32 + 16 \times 3,76 \times 14 \times 2}{12 \times 10 \times 1 \times 24} = 15,253$$

- b. Rasio bahan bakar udara (FA)_a

$$(FA)_a = \frac{\text{berat bahan bakar}}{\text{berat udara}}$$

- c. Rasio bahan bakar udara stokiometri (FA)_s

$$(FA)_s = \frac{\text{berat bahan bakar}}{0,21 \cdot \text{berat molekul udara}}$$

- d. Rasio kesetaraan (φ)

$$(\varphi) = \frac{(FA)_a}{(FA)_s}$$

- e. Lamda (λ)

$$(\lambda) = \varphi^{-1}$$

2.2.6. Unjuk kerja motor bensin

- a. Daya

Daya adalah besarnya kerja motor persatuan waktu. Satuan daya yaitu *horse power* (hp). Daya pada sepeda motor dapat diukur dengan menggunakan alat *dynamometer*, sehingga untuk menghitung daya poros dapat diketahui dengan menggunakan rumus (Heywood, 1988):

$$P = \frac{2 \cdot \pi \cdot n \cdot T}{75 \times 60} \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana =

- P = daya poros (hp)
- T = torsi (N.m)
- N = putaran mesin (rpm)
- 1/60 = faktor konversi satuan rpm menjadi kecepatan translasi (m/s)
- 1 hp = 0,7355 kW dan 1 kW = 1,36 hp
- 1/75 = faktor konversi satuan kgf.m menjadi hp

b. Torsi

Gaya tekan putar pada bagian yang berputar disebut torsi, sepeda motor digerakkan oleh torsi dari *crankshaft*. Torsi adalah ukuran kemampuan mesin untuk melakukan kerja. Besaran torsi adalah besaran turunan yang biasa digunakan untuk menghitung energi yang dihasilkan dari benda yang berputar pada porosnya. Satuan torsi biasanya dinyatakan dalam N.m (*Newton meter*). Adapun persamaannya adalah sebagai berikut (Heywood, 1988):

$$T = F \times r \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana =

- T = torsi (N.m)
- F = gaya (N)
- r = jarak benda ke pusat rotasi (m)

c. Konsumsi bahan bakar

Konsumsi bahan bakar spesifik adalah volume bahan bakar yang diperlukan untuk menghasilkan daya dalam satu jam. Untuk mengetahui nilai konsumsi bahan bakar digunakan rumus (Suhirta, 2008):

$$M_{bb} = \frac{1}{\eta_m} \cdot M_{camp} \dots\dots\dots(2.7)$$

$$\dot{M}_{bb} = M_{bb} \cdot 1 \cdot \left(\frac{n}{60}\right) \cdot \left(\frac{1}{2}\right) \dots\dots\dots(2.8)$$

$$B_{sfc} = \frac{\dot{M}_{bb}}{W_b} \dots\dots\dots(2.9)$$

Dimana:

B_{sfc} = konsumsi bahan bakar (kg/kW.jam)

M_{bb} = Massa Bahan Bakar (kg/s)

W_b = Daya Motor (kW)

d. Emisi gas buang

Emisi gas buang adalah sisa hasil pembakaran bahan bakar didalam mesin pembakaran dalam, mesin pembakaran luar, mesin jet yang dikeluarkan melalui sistem pembuangan mesin. Sisa hasil pembakaran berupa air (H_2O), gas CO atau disebut karbon monoksida yang beracun, C_2O atau disebut juga karbon dioksida yang merupakan gas rumah kaca, No_x senyawa nitrogen oksida, HC berupa senyawa hidrat arang sebagai akibat ketidak sempurnaan proses pembakaran serta partikel lepas (Ika, 2014).



BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan April 2022 hingga Juni 2022. Proses pengujian daya dan torsi akan dilaksanakan di Bengkel Hendri 12 Racing, Sambung Lor 62 Jambewangi, Kec. Secang, Kabupaten Magelang, Jawa Tengah.

3.2. Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut:

- a. *Tools kit*
Digunakan untuk melepas dan memasang bagian-bagian yang diperlukan.
- b. *Chassis Dynamometer*
Digunakan untuk mengukur daya dan torsi pada sepeda motor.
- c. *Stopwatch*
Digunakan untuk mengukur waktu pada saat proses pengujian.
- d. Buret
Digunakan untuk meningkatkan ketelitian dalam pengukuran bahan bakar yang digunakan pada saat penelitian.
- e. Gelas ukur
Digunakan sebagai pengganti tangki bahan bakar motor.

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari:

- a. Sepeda motor Honda Supra X 125

Sepeda motor Honda Supra x 125 sesuai dengan tabel 3.1.

Tabel 3.1 Spesifikasi Honda Supra X 125.

No	Spesifikasi	Keterangan
1	Tipe Mesin	4-Langkah, SOHC, Silinder Tunggal
2	Tipe Transmisi	4 <i>Speed</i> , <i>Rotary</i>
3	Pola Pengoperan Gigi	N-1-2-3-4-N

Tabel selanjutnya

4	Tipe Kopling	<i>Multiplate Wet Clutch With Coil Spring</i>
5	Tipe Starter	Kaki dan Elektrik
6	Diameter x Langkah	52.4 x 57.9 mm
7	Volume Langkah	124.89 cc
8	Sistem Pendingin Mesin	Pendingin Udara
9	Sistem Suplai Bahan Bakar	Karburator
10	Perbandingan Kompresi	9,3:1
11	Daya Maksimum	7,4 KW (10,1 PS) / 8000 Rpm
12	Torsi Maksimum	9,30 Nm (0,95 Kgf.m) / 4.000 Rpm
13	Sistem Pengereman	Cakram Hidrolik Dengan Piston Tunggal
14	Kapasitas Tangki Bahan Bakar	4 L
15	Kapasitas Minyak Pelumas	0.7 L

b. Pertamax.

Pertamax yang akan digunakan sebagai bahan bakar yang digunakan dalam penelitian dan memiliki RON 92.

3.3. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini penulis melaksanakan penelitian terhadap penggunaan piston modifikasi piston *dome* dengan melakukan uji jalan menggunakan rpm yang telah ditentukan, yaitu 3900 rpm, 4800 rpm, 5600 rpm.

3.4. Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat beberapa variabel sebagai berikut:

a. Variabel bebas

Variabel ini disebut variabel pengaruh, sebab berfungsi mempengaruhi variabel lain. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah piston standar dan piston modifikasi *dome*.

b. Variabel terikat

Variabel ini dipengaruhi oleh variabel lain, karenanya juga disebut variabel yang dipengaruhi atau variabel terpengaruhi. Variabel terikat ini adalah daya, torsi dan konsumsi bahan bakar.

- c. Variabel kontrol
 - a. Menggunakan jenis motor bensin empat langkah.
 - b. Perbandingan kompresi pada mesin adalah 9,3:1.
 - c. Kecepatan yang digunakan pada putaran mesin 3900 rpm, 4800 rpm dan 5600 rpm.

3.5. Teknik Pengumpulan Data

Metode pengambilan data menggunakan data perbandingan hasil pengujian antara yang menggunakan bahan bakar pertamax pada Honda Supra X 125. Pengambilan data uji performa kendaraan dilakukan 2 kali pengujian.

Pengujian dilakukan untuk mengetahui besar perbedaan performa yang dihasilkan kendaraan antara yang menggunakan piston standar dan piston modifikasi *dome* dengan bahan bakar pertamax. Dalam pengujian performa kendaraan yang diukur adalah besar torsi dan besar daya yang dihasilkan di rpm tertentu.

3.6. Teknik Analisis Data

Data yang telah diperoleh dari uji performa mesin untuk daya, torsi dan emisi gas buang selanjutnya dilakukan pemaparan data untuk analisis pada grafik hasil penelitian. Data hasil pemaparan didapatkan untuk mengetahui pengaruh modifikasi piston terhadap performa mesin dan konsumsi bahan bakar.

3.7. Rancangan Penelitian

Proses pengujian ini dilakukan dengan membandingkan antara piston standar dan piston modifikasi *dome* motor Supra X 125. Pengujian ini meliputi pengujian performa mesin pada masing-masing piston tersebut. Pada proses pengujian ini akan dilakukan beberapa tahapan, yaitu:

1. Persiapan alat dan bahan

Persiapan alat dan bahan yang diperlukan dalam pengujian dilakukan untuk membantu proses pengujian agar hasil pengujian akurat.

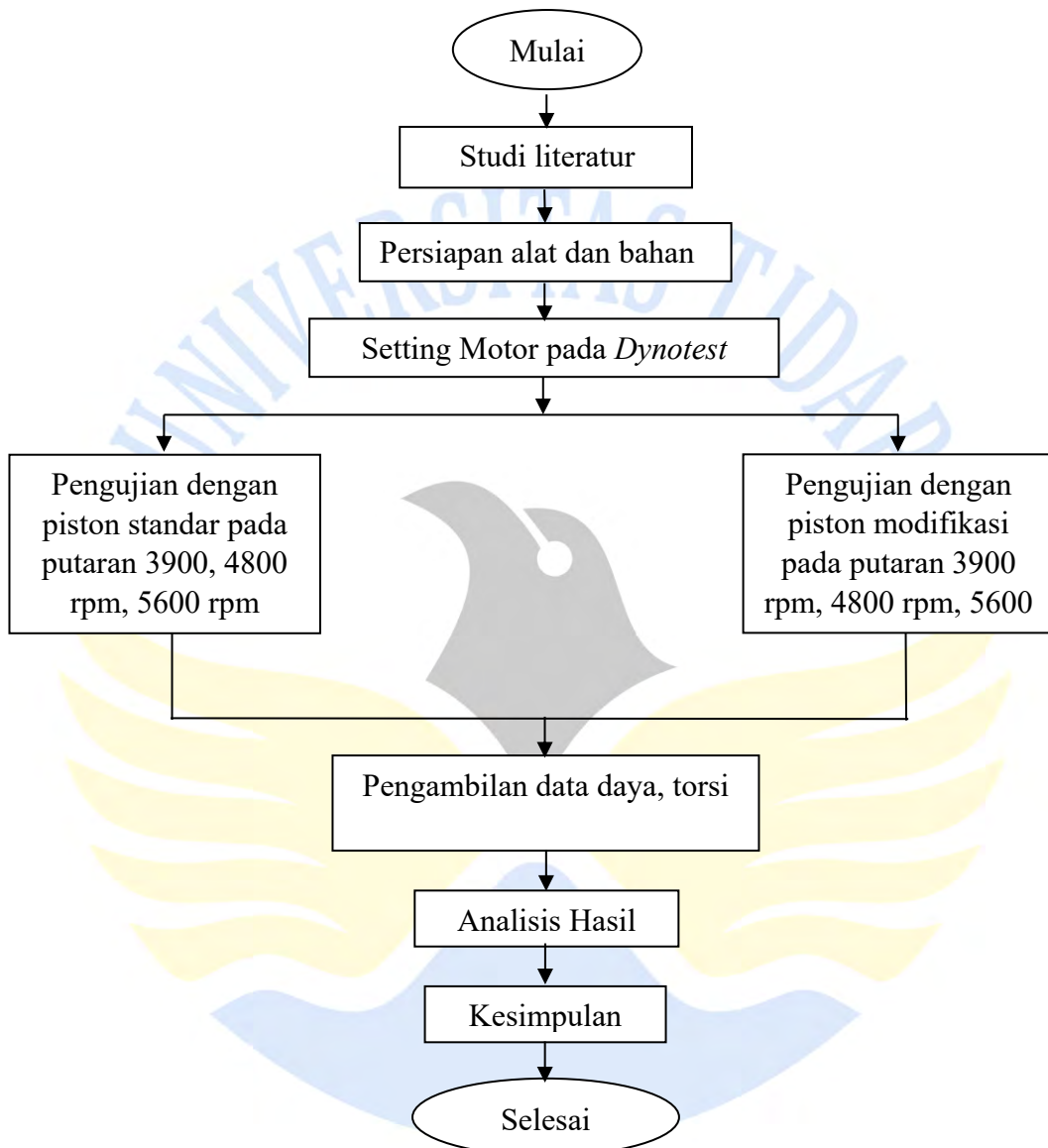
2. Proses pengujian

Pada pengujian ini akan dilakukan dua kali proses pengujian. Pertama, menggunakan piston standar yang akan diuji pada performa mesin yang dihasilkan kendaraan. Kedua, menggunakan piston modifikasi *dome* yang akan diuji performa mesin yang dihasilkan kendaraan. Ada beberapa tahapan yang dilakukan dalam uji performa mesin ini, yaitu:

- 1) Letakkan kendaraan motor yang akan diuji di atas *dynotest* dengan posisi roda belakang menempel tepat di atas *roller*.
- 2) Pasang penahan pada roda depan dengan diperkuat dengan pengereman agar kendaraan tidak dapat bergerak.
- 3) Nyalakan mesin.
- 4) Atur putaran mesin hingga kondisi stasioner, kemudian biarkan beberapa saat untuk pemanasan pada mesin.
- 5) Untuk memperoleh nilai daya dan torsi pada masing-masing variasi putaran mesin, atur putaran mesin 3900 rpm, 4800 rpm dan 5600 rpm pada pengujian di kedua jenis pengapian yang digunakan.
- 6) Untuk memperoleh nilai daya dan torsi maksimal, atur putaran mesin hingga nilai rpm maksimal yang dapat diperoleh mesin.
- 7) Nilai torsi dibaca pada instrumen *dynotest*.

3.8. Proses Penelitian

Berikut ini adalah diagram alir tahapan pengujian menggunakan *Chassis dynamometer* atau *dynotest* seperti pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Diagram alir penelitian

3.8.1 Studi literatur

Studi literatur merupakan sebuah metode yang digunakan untuk memperoleh data-data berdasarkan dari berbagai sumber referensi seperti jurnal, buku dan internet. Metode ini dilakukan dengan cara membaca dan mempelajari sumber referensi tentang daya, torsi, dan konsumsi bahan bakar.

3.8.2 Persiapan alat dan bahan

Merupakan proses mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam proses penelitian ini. Alat yang disiapkan antara lain yaitu *dyno test*, *tools kit*, *burette tester*, *stopwatch*, *tachometer*, gelas ukur. Bahan yang akan digunakan pada penelitian ini adalah sepeda motor Honda Supra X 125 cc, piston, bahan bakar pertamax.

3.8.3 Setting motor pada dynotest

Pada proses ini sepeda motor akan dinaikkan ke alat *dynotest* kemudian roda belakang sepeda motor diposisikan pada *roller* yang terdapat pada *dynotest* kemudian pasang pengikat pada sepeda motor agar posisinya tetap stabil pada saat proses pengujian.

3.8.4 Pengujian ukuran piston dengan putaran 3900 rpm, 4800 rpm, 5600 rpm.

Langkah-langkah dalam pengujian daya dan torsi:

- a. Kondisi kendaraan dalam keadaan standar atau belum memodifikasi piston.
- b. Menghidupkan perangkat dinamometer hingga siap untuk melakukan pembacaan pengujian daya dan torsi kendaraan.
- c. Memposisikan sepeda motor berada pada dudukan *chassis* dinamometer dengan menempatkan roda belakang tepat berada pada *roller* berjalan.
- d. Menghidupkan dan menyetel kendaraan pada posisi stasioner hingga mencapai suhu kerja (4-5 menit).
- e. Menarik ulur pedal gas mulai putaran stasioner hingga mencapai putaran tertinggi atau dalam hal ini memutar gas maksimum.
- f. Mencatat dan menyimpan hasil analisis data pembacaan daya dan torsi kendaraan.
- g. Mengulang pengujian untuk mendapatkan 3 sampel pada variasi rpm.
- h. Mematikan mesin kendaraan.

- i. Motor menggunakan piston modifikasi *dome*.
- j. Mengulangi langkah (3.8.4.d) sampai dengan langkah (3.8.4.h).

3.8.5 Pengambilan data daya dan torsi

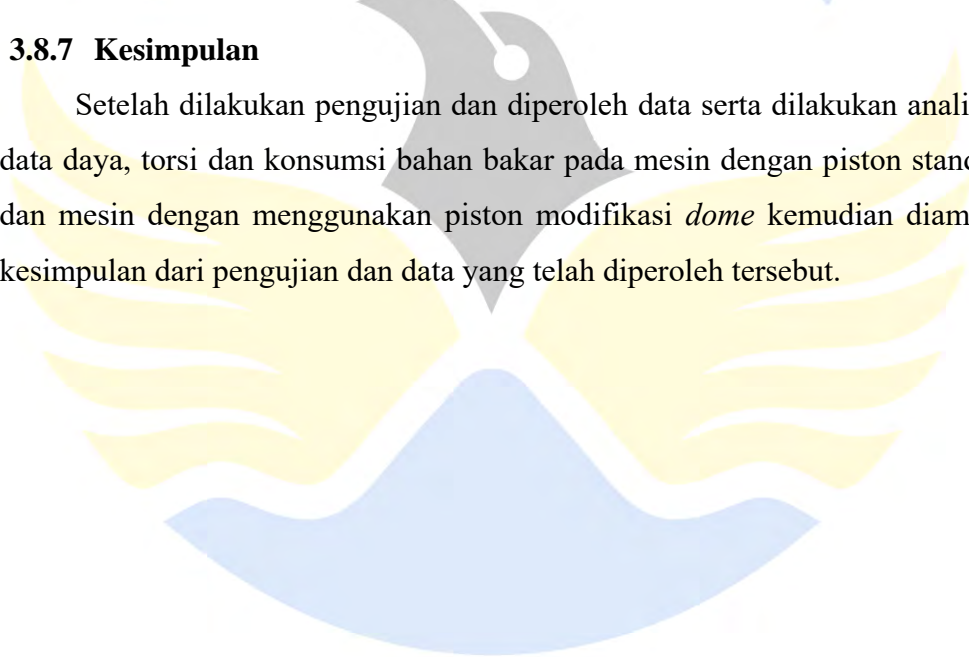
Setelah diperoleh data daya dan torsi pada mesin piston standar dan piston modifikasi *dome*, selanjutnya dilakukan analisis data. Dari ketiga pengujian variasi rpm yang telah dilakukan, kemudian diambil daya maksimal dan torsi maksimal yang dihasilkan pada masing-masing pengujian.

3.8.6 Analisis hasil

Setelah diperoleh data torsi, daya dan konsumsi bahan bakar pada mesin piston standar dan piston modifikasi *dome*, selanjutnya dilakukan analisis data. Dari ketiga pengujian variasi rpm yang telah dilakukan, kemudian diambil daya maksimal dan torsi maksimal yang dihasilkan pada masing-masing pengujian.

3.8.7 Kesimpulan

Setelah dilakukan pengujian dan diperoleh data serta dilakukan analisis data daya, torsi dan konsumsi bahan bakar pada mesin dengan piston standar dan mesin dengan menggunakan piston modifikasi *dome* kemudian diambil kesimpulan dari pengujian dan data yang telah diperoleh tersebut.



DAFTAR PUSTAKA

- Adhe Bagus Heryanto, 2017. Analisa Pemakaian Piston Megapro Terhadap Performa Pada Sepeda Motor Honda Tiger 200cc.
- Agus Salim, 2020. Perbandingan Piston Standar Dan Piston Semi Racing Terhadap Tekanan Kompresi Dan Konsumsi Bahan Bakar Pada Motor Satria F150.
- Amrullah, 2018. Analisis Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Premium Dan Pertamina Terhadap Prestasi Mesin.
- Andreas Galih Dimaranggono, 2009. Unjuk Kerja Motor Bensin Empat Langkah Satu Silinder Menggunakan Torak Jenis *Flat* Dibanding Menggunakan Torak Jenis *Dome*.
- Aprinaldi, 2014. Kaji Eksperimental Pengaruh Modifikasi Kepala Silinder Terhadap Campuran Bahan Bakar – Udara (*Air-Fuel Ratio*) (Studi Kasus Pada Mesin Honda Gx-160)
- Arismunandar. 2005. Penggerak Mula Motor Bakar Torak. Bandung: Penerbit Itb.
- Faizur Al Muhajir, 2014. Pengaruh Penambahan Ethanol Pada Bahan Bakar Premium Terhadap Emisi Gas Buang Pada Motor *Matic*.
- Fitri Wjayanti, 2014. Analisis Pengaruh Bentuk Permukaan Piston Terhadap Kinerja Motor Bensin.
- Heywood, 1988. *Internal Combustion Engine Fundamentals*. New York: McGraw-Hill.
- I Gusti Ngurah Putu Tenaya, 2022. Pengaruh Pemanasan Bahan Bakar Terhadap Unjuk Kerja Mesin.
- Ika Warakasih Puspitawati, 2014. Polusi Udara Dan Uji Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Sebagai Prasyarat Pemberian Perpanjangan Stnk.
- Kristian Tarigan, 2019. Analisa Pengaruh Stroke Terhadap Performa Mesin Empat Langkah Kapasitas 150 Cc Bahan Bakar Pertamina 92, Pertamina Turbo 98 Dan Bensol Terhadap Data Dan Konsumsi Bahan Bakar.
- Maleev, 1982. *Internal Combustion Engine, Second Edition*. Tokyo: McGraw-Hill International Book Company.

Muhammad Rifai, 2016. Pengaruh Kontruksi Piston Standar Dan Piston *Dome* Berbahan Bakar Campuran Premium Dan Methanol Terhadap Performa Motor Bakar 4 Langkah 110 cc.

M Fajri Syahbani S, 2022. Analisa Pengaruh Variasi Sudut *Camshaft* Terhadap Unjuk Kerja Pada Motor Bensin.

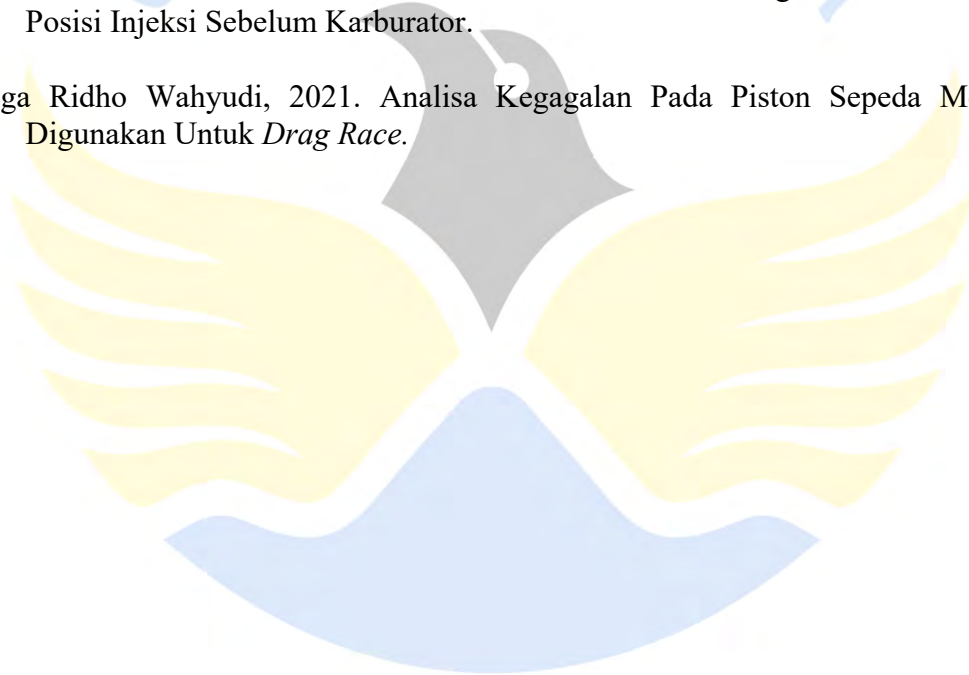
Philip Kristanto, 2000. Pengaruh Suhu Dan Tekanan Udara Masuk Terhadap Kinerja Motor Diesel Tipe 4 Ja 1.

Rizqy Kurniawan, 2020. Pengaruh Variasi Massa Piston Terhadap Performa Mesin Sepeda Motor Yamaha Jupiter 100 Cc.

Reza Anhary Sitorus, 2018. Konversi Energi Analisis Perbandingan Unjuk Kerja Motor Bensin Menggunakan Piston *Flat* Dengan Piston *Dome*.

Suhirta, 2008. Pengaruh Penambahan Gas Hasil Elektrolisa Air Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Bensin Pada Motor Bakar 4 Langkah 80cc Dengan Posisi Injeksi Sebelum Karburator.

Yoga Ridho Wahyudi, 2021. Analisa Kegagalan Pada Piston Sepeda Motor Digunakan Untuk *Drag Race*.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Alat



Dynotest

Spesifikasi *dynotest*

<i>Merk</i>	LEAD'S Dynamometer
<i>Software</i>	SportDyno V4.0.35.1
<i>Dimension</i>	200 cm × 90 cm × 30 cm
<i>Weight</i>	265 kg
<i>Capacity</i>	500 kg
<i>Front tyre cage</i>	<i>Adjustable</i>
<i>Min wheel base</i>	110 cm
<i>Max wheel base</i>	190 cm
<i>Max power</i>	<i>up to 250 hp</i>



Blower

Spesifikasi *blower*

Model	PV-S12/1-NH-SY
Voltase	220 V
Daya	320 W
Arus	65 m ³ /min
Diameter	12”(300mm)
Frekuensi	50 Hz
Rotasi	2800 r/min
Tekanan	373 Pa



Burette tester

Spesifikasi *burette tester*

<i>Merk</i>	Terumo
Kapasitas	12 ml
Berat	12 gram



Stopwatch

Spesifikasi *stopwatch*

<i>Merk</i>	Sewan
<i>Buatan</i>	Tiongkok
<i>Berat</i>	200 gram
<i>Ketelitian</i>	0,05 detik
<i>Memory</i>	100 <i>memory</i>



Tools kit

Spesifikasi *tool box set*

<i>Merk</i>	Tekiro
<i>Buatan</i>	Jepang
<i>Jumlah</i>	8 <i>pcs</i> (6 mm-22mm)



Gaz analyzer

Spesifikasi Gas analyzer

<i>Merk</i>	GS-1
<i>Messuring</i>	CO, HC
<i>Messuring range</i>	CO (0,00-9,99%), HC (0-9.999 ppm)
<i>Weight</i>	4,5 kg
<i>Dimention</i>	285 mm x 410 mm x 155 mm
<i>Power consumption</i>	50 W



Supra X 125 cc

No	Spesifikasi	Keterangan
1	Tipe Mesin	4-Langkah, SOHC, Silinder Tunggal
2	Tipe Transmisi	4 Speed, Rotary
3	Pola Pengoperan Gigi	N-1-2-3-4-N
4	Tipe Kopling	Multiplate Wet Clutch With Coil Spring
5	Tipe Starter	Kaki dan Elektrik
6	Diameter x Langkah	52.4 x 57.9 mm
7	Volume Langkah	124.89 cc
8	Sistem Pendingin Mesin	Pendingin Udara
9	Sistem Suplai Bahan Bakar	Karburator
10	Perbandingan Kompresi	9,3:1
11	Daya Maksimum	7,4 KW (10,1 PS) / 8000 Rpm
12	Torsi Maksimum	9,30 Nm (0,95 Kgf.m) / 4.000 Rpm
13	Sistem Pengereman	Cakram Hidrolik Dengan Piston Tunggal
14	Kapasitas Tangki Bahan Bakar	4 L
15	Kapasitas Minyak Pelumas	0.7 L



Piston standar



Piston modifikasi



Pertamax

No.	Keterangan	Satuan	Batasan	
			Minimal	Maksimal
1	Angka Oktan Riset	RON	92	-
2	Stabilitas Oksidasi	Menit	360	-
3	Kandungan Sulfur	% m/m	-	0,05
4	Kandungan Timbal (Pb)	gr/l	Dilaporkan (injeksi timbal tidak diijinkan)	
5	Kandungan Logam {Mangan (Mn), Besi (Fe)}	mg/l	Tidak terdeteksi	
6	Kandungan Oksigen	% m/m	-	2,7
7	Kandungan Olefin	% v/v	Dilaporkan	
8	Kandungan Aromatic	% v/v		
9	Kandungan Benzena	% v/v		
10	Distilasi :			
	10% volume Penguapan	°C	-	74
	50% volume Penguapan	°C	88	125
	90% volume Penguapan	°C	-	180
	Titik didih akhir	°C	-	215
	Residu	% vol	-	2,0
11	Sedimen	mg/l		1
12	<i>Unwashed gum</i>	mg/100ml		70
13	<i>Washed gum</i>	mg/100ml	-	5
14	Tekanan Uap	kPa	45	60
15	Berat Jenis (pada suhu 15°C)	kg/m ³	715	770
16	Korosi Bilah Tembaga	Menit	Kelas 1	
17	Sulfur Mercaptan	% massa	-	0,002
18	Penampakan Visual		Jernih dan terang	
19	Warna		biru	
20	Kandungan Pewarna	gr/100 l	-	0,13

Lampiran 3. Pelaksanaan pengujian daya dan torsi



Menaikan motor ke *dynotest*



Memasang tali pengaman

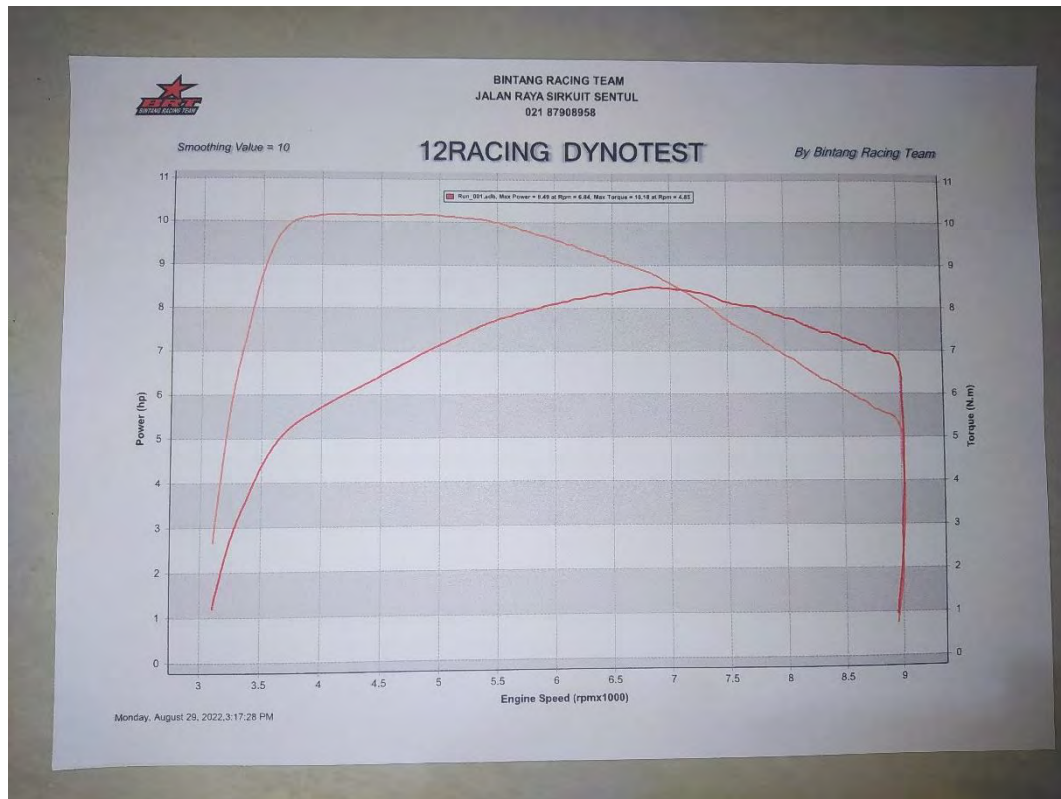


Pengujian Kendaraan

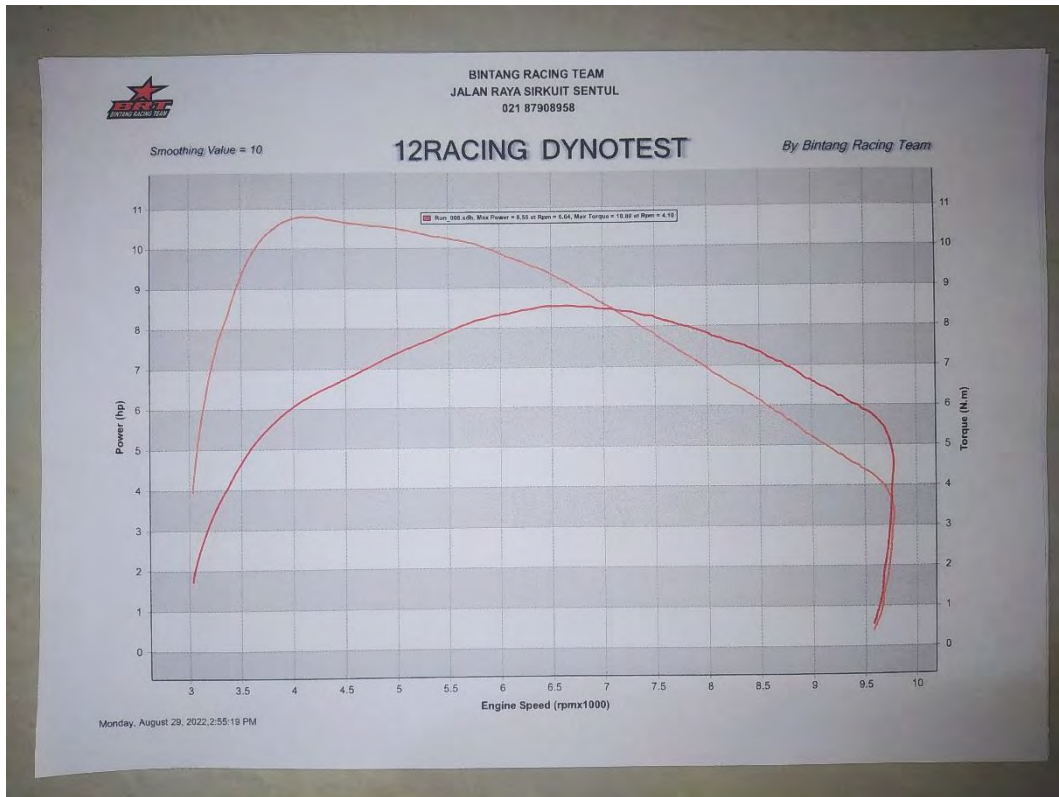


Hasil data uji

Lampiran 4. Hasil pengujian daya dan torsi piston standar



Lampiran 5. Hasil pengujian daya dan torsi piston variasi *dome*



Lampiran 6. Pelaksanaan pengujian emisi gas buang



Lampiran 7. Hasil mpengujian emisi gas buang

4 GAS
EMISSION
ANALYZER (Pertamax
piston standar)

20/07/2022
PM 7.36
CAR NUMBER : 0000
CO : 1,97 %
HC : 168 PPM
CO2 : 2,3 %
O2 : 17.03 %
LAMDA : 2.000
AFR : 0.0
FUEL : GASOLINE
H/C : 1.8500
O/C : 0,0000

4 GAS
EMISSION
ANALYZER (Pertamax
piston variasi *dome*)

20/07/2022
PM 7.36
CAR NUMBER : 0000
CO : 1,79 %
HC : 169 PPM
CO2 : 2,1 %
O2 : 18.07 %
LAMDA : 2.000
AFR : 0.0
FUEL : GASOLINE
H/C : 1.8500
O/C : 0,0000



PEKERJAAN PEMBERSIHAN BLOK MESIN**Pembersihan blok mesin**

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	2	3	4	5	6	7
A	Tenaga					
1	Pekerja		OJ	1,000	17.000	17.000,00
Jumlah Harga Tenaga Kerja						17.000,00
B	Bahan					
1	Bahan bakar Ron 92		liter	0,500	14.000	7.000,00
Jumlah Harga Bahan						7.000,00
C	Peralatan					
						-
Jumlah Harga Peralatan						-
D	Jumlah Harga Tenaga, Bahan, dan Peralatan (A + B + C)					24.000,00
E	Overhead			5,00 %	22.000	1.100,00
	Profit			10,00 %	22.000	2.200,00
F	Harga Satuan Pekerjaan (D + E)					27.300,00

PEKERJAAN PEMBERSIHAN PISTON**Overhaul piston**

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	2	3	4	5	6	7
A	Tenaga					
1	Pekerja		OJ	0,500	17.000	8.500,00
Jumlah Harga Tenaga Kerja						8.500,00
B	Bahan					
						-
Jumlah Harga Bahan						-
C	Peralatan					
						-
Jumlah Harga Peralatan						-
D	Jumlah Harga Tenaga, Bahan, dan Peralatan (A + B + C)					8.500,00

E	Overhead	5,00 %	8.500	425,00
	Profit	10,00 %	8.500	850,00
F	Harga Satuan Pekerjaan (D + E)			9.775,00

Pembersihan karburator

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	2	3	4	5	6	7
A	Tenaga					
1	Pekerja		OJ	1,000	17.000	17.000,00
Jumlah Harga Tenaga Kerja						17.000,00
B	Bahan					
1	Bahan bakar Ron 92		liter	0,500	14.000	7.000,00
Jumlah Harga Bahan						7.000,00
C	Peralatan					-
Jumlah Harga Peralatan						-
D	Jumlah Harga Tenaga, Bahan, dan Peralatan (A + B + C)					22.000,00
E	Overhead			5,00 %	22.000	1.100,00
	Profit			10,00 %	22.000	2.200,00
F	Harga Satuan Pekerjaan (D + E)					27.300,00

PEKERJAAN PENGUJIAN

Pengujian daya dan torsi

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	2	3	4	5	6	7
A	Tenaga					
1	Pekerja		OJ	2,000	50.000	100.000,00
Jumlah Harga Tenaga Kerja						100.000,00
B	Bahan					
	Bahan bakar Ron 92		liter	2,000	14.000	28.000,00
Jumlah Harga Bahan						28.000,00
C	Peralatan					-

Jumlah Harga Peralatan				-
D	Jumlah Harga Tenaga, Bahan, dan Peralatan (A + B + C)			128.000,00
E	Overhead	5,00 %	120.000	6.000,00
	Profit	10,00 %	120.000	12.000,00
F	Harga Satuan Pekerjaan (D + E)			146.000,00

Pengujian konsumsi bahan bakar spesifik

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	2	3	4	5	6	7
A	Tenaga					
1	Pekerja		OJ	2,000	50.000	100.000,00
Jumlah Harga Tenaga Kerja						100.000,00
B	Bahan					
1	Bahan bakar Ron 92		liter	2,000	14.000	28.000,00
Jumlah Harga Bahan						28.000,00
C	Peralatan					
						-
Jumlah Harga Peralatan						-
D	Jumlah Harga Tenaga, Bahan, dan Peralatan (A + B + C)					128.000,00
E	Overhead			5,00 %	120.000	6.000,00
	Profit			10,00 %	120.000	12.000,00
F	Harga Satuan Pekerjaan (D + E)					146.000,00

PENGADAAN BAHAN-BAHAN

Pengadaan bahan

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	2	3	4	5	6	7
A	Tenaga					-
Jumlah Harga Tenaga Kerja						-
B	Bahan					
1	Piston		Set	1,000	150.000	150.000,00

2	Perpak		Set	1,000	50.000	50.000,00
3	Modifikasi		Set	1,000	50.000	50.000,00
Jumlah Harga Bahan						250.000,00
C	Peralatan					-
Jumlah Harga Peralatan						-
D	Jumlah Harga Tenaga, Bahan, dan Peralatan (A + B + C)					250.000,00
E	Overhead			5,00 %	590.000	29.500,00
	Profit			10,00 %	590.000	59.000,00
F	Harga Satuan Pekerjaan (D + E)					338.500,00

Pemasangan Piston

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	2	3	4	5	6	7
A	Tenaga					
1	Pekerja		OJ	3,000	17.000	100.000,00
Jumlah Harga Tenaga Kerja						100.000,00
B	Bahan					-
Jumlah Harga Bahan						-
C	Peralatan					-
Jumlah Harga Peralatan						-
D	Jumlah Harga Tenaga, Bahan, dan Peralatan (A + B + C)					100.000,00
E	Overhead			5,00 %	51.000	2.550,00
	Profit			10,00 %	51.000	5.100,00
F	Harga Satuan Pekerjaan (D + E)					107.650,00