

**PENGARUH PEMASANGAN *WATER INJECTION* TERHADAP TORSI,
DAYA DAN *SFC* DENGAN VARIASI JENIS BAHAN BAKAR PADA
SEPEDA MOTOR 4 LANGKAH MODIFIKASI INJEKSI**

SKRIPSI

*Diajukan Kepada Tim Penguji Jurusan Teknik Otomotif Sebagai Salah Satu
Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan*



**Oleh:
ALIF ANDRILANA
NIM/TM: 18073048/2018**

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

HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING

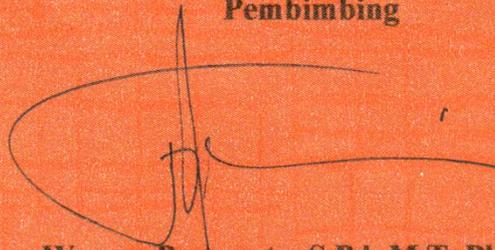
SKRIPSI

**Pengaruh Pemasangan *Water Injection* Terhadap Torsi, Daya Dan *SFC*
Dengan Variasi Jenis Bahan Bakar Pada Sepeda Motor 4 Langkah
Modifikasi Injeksi**

Nama : Alif Andrilana
NIM : 18073048
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif
Jurusan : Teknik Otomotif
Fakultas : Teknik

Padang, 9 Agustus 2022

Disahkan Oleh :
Pembimbing



Wawan Purwanto, S.Pd, M.T, Ph.D
NIP. 19840915 20102 1 006

Mengetahui
Ketua Jurusan



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

PENGESAHAN TIM PENGUJI

Nama : Alif Andrilana

NIM : 18073048

Dinyatakan Lulus Setelah Mempertahankan Skripsi di Depan Tim Penguji

Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif

Universitas Negeri Padang

Dengan Judul

**Pengaruh Pemasangan *Water Injection* Terhadap Torsi, Daya Dan *SFC*
Dengan Variasi Jenis Bahan Bakar Pada Sepeda Motor 4 Langkah
Modifikasi Injeksi**

Padang, Agustus 2022

Tim Penguji

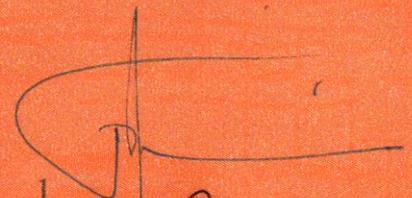
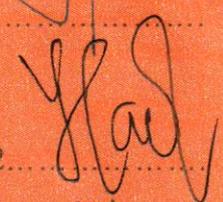
Nama

Tanda Tangan

1. Ketua : Wawan Purwanto, S.Pd, M.T, Ph.D

2. Sekretaris : Prof. Dr. Hasan Maksum, M.T

3. Anggota : Ahmad Arif, S.Pd, M.T

1. 
2. 
3. 



SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Alif Andrilana**
NIM/TM : 18073048/2018
Program Studi : Pendidikan teknik Otomotif
Jurusan : Teknik Otomotif
Fakultas : Teknik
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Padang

Dengan ini menyatakan, bahwa Skripsi saya dengan judul **“Pengaruh Pemasangan *Water Injection* Terhadap Torsi, Daya Dan *SFC* Dengan Variasi Bahan Bakar Pada Sepeda Motor 4 Langkah Modifikasi Injeksi”** Adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di institusi Universitas Negeri Padang maupun di masyarakat dan negara.

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

Padang, 9 Agustus 2022

Saya yang menyatakan,



Alif Andrilana
NIM. 18073048/2018

HALAMAN PERSEMBAHAN



Alhamdulillahilalamin puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, nikmat dan karunianya sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi ini. Sebagai tanda bakti, hormat dan rasa terima kasih yang tiada terhingga kupersembahkan karya kecil ini kepada Ibu (Rita Handayani) dan Ayah (Alm.Shohib Asfari) yang telah memberikan kasih sayang, secara dukungan, ridho, dan cinta kasih yang tiada terhingga yang tiada mungkin dapat kubalas hanya dengan selembur kertas yang bertuliskan kata persembahan. Semoga ini menjadi langkah awal untuk membuat Ibu dan Ayah bahagia karena kusadar, selama ini belum bisa berbuat lebih. Untuk Ibu dan ayah yang selalu membuatku termotivasi dan selalu menyirami kasih sayang, selalu mendoakan, selalu menasehatiku serta selalu meridhoiku melakukan hal yang lebih baik, Terima kasih Ibu... Terima kasih Ayah...

Terimakasih kepada bapak Wawan Purwanto S.Pd.,M.T.,Ph.D selaku dosen pembimbing akademik, pembimbing skripsi yang telah membimbing peneliti sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Terimakasih kepada bapak Prof Dr Hasan Maksun M.T selaku dosen penguji 1 yang juga telah membimbing peneliti selama proses skripsi sehingga skripsi ini selesai dan lebih sempurna. Terimakasih kepada bapak Ahmad Arif S.Pd.,M.T selaku dosen penguji 2 yang juga telah membimbing peneliti sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Terimakasih juga kepada bapak /ibu dosen UNP, bapak/ibu guru SMK 2 Merangin yang telah memberikan support dan dukungan sehingga peneliti dapat semangat menyelesaikan skripsi ini.

Terimakasih kepada teman- teman seperjuangan, abang senior dan adik-adik Jurusan Teknik Otomotif FT UNP yang juga mendukung proses penyelesaian skripsi ini. Terimakasih juga saya ucapkan kepada keluarga besar Pagaruyung Team UNP dan HIMOTO FT UNP yang telah memberikan support kepada peneliti.

Hormat Saya



Alif Andrilana
18073048/2018

ABSTRAK

Alif Andrilana, Pengaruh Pemasangan *Water Injection* Terhadap Torsi, Daya Dan *SFC* Dengan Variasi Jenis Bahan Bakar pada Sepeda Motor 4 Langkah Modifikasi Injeksi

Kenaikan temperatur udara masuk ke ruang bakar yang berlebihan menyebabkan suhu berlebih sehingga berpengaruh terhadap penurunan performa mesin, kepadatan udara yang memuai akibat temperatur udara masuk yang meningkat maupun ruang bakar menyebabkan proses pembakaran menjadi kurang sempurna sehingga mengakibatkan performa mesin menurun.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen, dimana penelitian dimulai dengan merancang dan membuat peralatan yang akan diteliti, kemudian dilakukan pengujian menggunakan dua bahan bakar pertalite dan pertamax dengan *dynotest* melalui berbagai macam perlakuan (eksperimen) yaitu pengujian standar, pengujian dengan penginjeksian air kedalam ruang bakar. Pengukuran ini untuk mengukur seberapa besar pengaruhnya terhadap daya, torsi dan *SFC* pada sepeda motor. Berdasarkan perbandingan daya, torsi dan *SFC* mesin sepeda motor melalui pengujian dengan *dynotest* dapat disimpulkan bahwa sepeda motor dengan aplikasi *water injection* tidak meningkatkan daya mesin, daya mesin menurun sebesar -1,74 %, akan tetapi terjadi peningkatan pada torsi sebesar 1,30% pada bahan bakar pertalite dan pada penggunaan bahan bakar pertamax meningkat 2,38% tercapai pada putaran rpm motor yang lebih rendah dibandingkan pada kondisi standar selanjutnya *SFC* bahan bakar pertalite meningkat sebesar 11,9 % dan penggunaan bahan bakar pertamax meningkat sebesar 18,1 %, selanjutnya pengujian menunjukkan bahwa adanya peningkatan daya dan torsi yang tidak signifikan karena setelah dilakukan analisis persentase dan uji T menunjukkan taraf signifikan tidak mencapai angka 5%.

Penggunaan *water injection* pada sepeda motor uji modifikasi injeksi dapat dijadikan sebagai salah satu upaya untuk meningkatkan torsi, dan *SFC*, namun sebaiknya menggunakan variasi bahan bakar yang paling efektif yaitu pertalite. peneliti menganjurkan untuk penelitian selanjutnya perlu penambahan alat pada *water injection* seperti sensor suhu dan penyesuaian penyemprotan terhadap bukaan katup sehingga didapatkan hasil penelitian yang baru.

Kata kunci : *Water injection, Daya, Torsi Dan SFC*

KATA PENGANTAR



Puji dan syukur penulis haturkan kehadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya-lah saya dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pengaruh Pemasangan *Water Injection* Terhadap Torsi, Daya Dan *SFC* Dengan Variasi Jenis Bahan Bakar pada Sepeda Motor 4 Langkah Modifikasi Injeksi“** Skripsi ini dibuat untuk memenuhi tugas akhir perkuliahan dan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 di Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang. Selain itu, skripsi ini juga dibuat sebagai salah satu wujud implementasi dari ilmu yang didapatkan selama masa perkuliahan di Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis berharap dapat belajar lebih banyak lagi dalam mengimplementasikan ilmu yang didapatkan. Skripsi ini tentunya tidak lepas dari bimbingan, masukan, dan arahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini saya ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Fahmi Rizal, M.Pd., M.T. selaku Dekan FT UNP.
2. Bapak Prof. Dr. Wakhinuddin S, M.Pd selaku Ketua Jurusan Teknik Otomotif.
3. Bapak Wagino, S.Pd, M.Pd.T selaku Sekretaris Jurusan Teknik Otomotif
4. Bapak Wawan Purwanto, S.Pd, M.T, Ph,D selaku Penasehat Akademik

Dan selaku Dosen Pembimbing

5. Bapak/Ibu Dosen dan Staf pengajar di Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
6. Orang tua yang telah memberikan dukungan dan do'a yang tiada henti pada penulis.
7. Rekan-rekan sesama mahasiswa yang telah memberikan bantuan baik moril maupun materil demi untuk suksesnya penulisan Skripsi ini.

Padang, Agustus 2022

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN COVER	i
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
PENGESAHAN TIM PENGUJI	iii
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	4
C. Batasan Masalah.....	4
D. Rumusan Masalah.....	5
E. Tujuan Penelitian.....	5
F. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II KAJIAN TEORI	
A. Kajian Teori.....	7
B. Penelitian Yang Relevan.....	23
C. Kerangka Berfikir.....	25
D. Pertanyaan Penelitian.....	27
BAB III METODE PENELITIAN	
A. Desain Penelitian.....	28
B. Definisi Operasional Variabel Penelitian.....	29
C. Variabel penelitian.....	30
D. Objek penelitian.....	31
E. Instrumen Penelitian.....	32
F. Tempat Dan Waktu penelitian.....	33

G. Prosedur Penelitian	33
H. Teknik Pengambilan Data	34
I. Teknik Analisis Data	35
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil Penelitian.....	38
B. Pembahasan.....	48
BAB V PENUTUP	
A. Kesimpulan.....	51
B. Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Grafik pembakaran normal campuran bahan bakar dan udara.....	8
2. Proses terjadinya detonasi.....	9
4. <i>Water injection</i> pada motor konvensional.....	14
5. <i>Dynamometer</i>	19
6. Kerangka berfikir.....	21
7. Skema <i>Water injection</i>	30
8. Grafik pengujian daya bahan bakar pertalite dan pertamax.....	43
9. Grafik pengujian torsi bahan bakar pertalite dan pertamax.....	44
10. Grafik SFC pertalite dan pertamax.....	45

DAFTAR TABEL

Tabel

1. Pola penelitian.....	23
2. Spesifikasi Yamaha Vega ZR Tahun 2010.....	29
3. Sfc tanpa menggunakan <i>water injection</i> . ..	34
4. Menggunakan <i>water injection</i>	34
5. Hasil uji daya dan torsi tanpa menggunakan <i>water injection</i> bahan bakar pertalite.....	37
6. Hasil uji daya dan torsi tanpa menggunakan <i>water injection</i> bahan bakar pertalite.....	37
7. Hasil uji daya dan torsi menggunakan <i>water injection</i> bahan bakar pertalite....	38
8. Hasil uji daya dan torsi menggunakan <i>water injection</i> bahan bakar pertamax..	39
9. Hasil tanpa menggunakan <i>water injection</i>	40
10. Hasil menggunakan <i>water injection</i>	41
11. Hasil Uji T daya bahan bakar pertalite.....	47
12. Hasil Uji T daya bahan bakar pertamax.....	48
13. Hasil Uji T torsi bahan bakar pertalite.....	48
14. Hasil Uji T torsi bahan bakar pertamax.....	49

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

1. Daya dan torsi	54
2. Proses pemasangan <i>intake manifold</i> yang telah dimodifikasi	57
3. Analisis konsumsi bahan bakar spsifik	58
4. Analisis presentase hasil perhitungan	61
5. Perhitungan standar deviasi	64
6. Data Uji Statistik (uji t).....	72
7. Data Uji Statistik (uji t) Menggunakan Ms. Excel	77
8. Surat penelitian di Teqleck speed shop	80

BAB 1

PENDAHULUAN

A. Latar belakang

Perkembangan teknologi otomotif saat ini semakin pesat, hal ini didasari atas pemikiran dan kebutuhan manusia yang juga berkembang pesat. Atas dasar itulah penerapan teknologi pada dunia otomotif terus berevolusi hingga tercipta teknologi yang kian canggih sesuai dengan perkembangan jaman. Perkembangan teknologi juga diikuti peningkatan jumlah pemakaian kendaraan bermotor setiap harinya sehingga semakin mengurangi persediaan minyak bumi di dunia. Namun peningkatan tersebut tidak dapat dipungkiri karena semakin lama manusia semakin membutuhkan kendaraan bermotor sebagai media transportasi guna memenuhi mobilitas kehidupan.

Mengingat jumlah kendaraan yang semakin meningkat maka jumlah zat berbahaya yang terkandung dalam emisi gas buang dari kendaraan bermotor semakin meningkat pula yang mengakibatkan gas HC (*hydrocarbon*) dan *oxides of nitrogen* menggumpal di udara yang dapat mengakibatkan iritasi pada mata dan menjadi penyebab kanker. Secara umum dampak yang ditimbulkan oleh emisi gas buang terhadap kesehatan sangatlah banyak seperti kerongkongan gatal-gatal, batuk, pemicu hipertensi dan lain-lain. Bahrul dan Faisal (2012:157-158).

Salah satu tingginya zat berbahaya yang ada dalam emisi gas buang kendaraan dikarenakan masih banyak kendaraan bermotor menggunakan sistem bahan bakar konvensional atau karburator, dimana tingkat pengkabutan pada sistem karburator masih belum sempurna yang mengakibatkan kurangnya

sempurnanya pembakaran dalam ruang bakar, sehingga emisi gas buang menandung zat CO dan HC yang tinggi.

Seperti hasil penelitian dari Mustofa Bakeri, dkk (2012) dengan judul analisa gas buang mesin berteknologi EFI dengan bahan bakar premium, dengan hasil penelitian kandungan CO karburator sebesar 3,6% dan kandungan HC 545 ppm sedangkan sistem EFI lebih kecil dengan CO sebesar 3,04% dan kandungan HC hanya sebesar 63 ppm, Maka dari itu dapat disimpulkan bahwa penggunaan sistem karburator kandungan emisi gas buang lebih tinggi.

Kemudian hasil penelitian Mulfi Hazmi, dkk (2016) dengan judul studi analisa performa mesin sistem pembakaran EFI dan Kerburator pada mesin bensin, Dengan hasil penelitian untuk putaran mesin yang sama yaitu 3500 rpm daya yang dihasilkan mesin EFI sebesar 44,179 kw, sedangkan pada mesin karburator daya yang dihasilkan 43,154 kw dengan kenaikan sebesar 2,37% dengan kesimpulan daya yang dihasilkan dari mesin karburator lebih kecil dibandingkan dengan mesin EFI.

Panas merupakan salah satu masalah utama pada engine sepeda motor yang diakibatkan oleh proses pembakaran, dan panas yang dihasilkan oleh komponen - komponen engine yang bergerak seperti panas yang dihasilkan oleh gerak torak, poros engkol, bearing. Untuk mengatasi masalah di atas peneliti memasang *Water injection* pada sepeda motor modifikasi injeksi, *Water injection* bekerja dengan cara menurunkan suhu ruang bakar yang tinggi dengan cara mengabutkan air, dengan demikian dapat memperlambat

terbakarnya bahan bakar. Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan motor standar dengan motor yang menggunakan *water injection*

Penambahan alat *water injection* ini perlu pengkajian terhadap efek-efek yang ditimbulkan, baik yang dipasang pada *intake manifold* maupun di saluran udara masuk karburator. *Water injection* yang diklaim mampu menaikkan torsi dan menghemat pemakaian bahan bakar dan menurunkan kadar racun yang terkandung dalam emisi gas buang ini tentu akan berpengaruh terhadap perubahan perbandingan massa bahan bakar dengan udara atau *Air Fuel Ratio* (*AFR*) dan kadar emisi gas buang yang dihasilkan dari proses pembakaran (Saftari, 2007).

Water injection bekerja dengan cara menyuntikkan kabut air hingga bercampur dengan bahan bakar dan udara. Akibat adanya kabut air tersebut, campuran udara dan bahan bakar akan menjadi lebih dingin dan menurunkan temperatur ruang bakar yang tinggi, dengan demikian dapat memperlambat terbakarnya bahan bakar. Hal ini bisa disetarakan dengan menggunakan bahan bakar beroktan tinggi. Dengan *water injection*, waktu pengapian bisa dibuat lebih maju (*advance*) tanpa gejala *knocking* (ngelitik), dan daya yang dihasilkan mesin menjadi lebih besar. Secara teori, butir halus air akan terpecah menjadi uap pada temperatur panas ruang bakar, dan hal ini menghasilkan tenaga tambahan ekstra bagi mesin. Imbas nyata yang diharapkan dari penggunaan *water injection* ialah semakin menghemat konsumsi bahan bakar dan menambah torsi dan daya, mengingat proses

pembakarannya lebih optimal. Selain itu, karena pembakarannya lebih optimal maka akan menurunkan emisi gas buang kendaraan bermotor (Saftari, 2007).

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang masalah, dapat diidentifikasi beberapa permasalahan diantaranya sebagai berikut:

1. Kenaikan temperatur udara masuk ke ruang bakar yang berlebihan menyebabkan suhu berlebih sehingga berpengaruh terhadap penurunan performa mesin.
2. Kepadatan udara yang memuai akibat temperatur udara masuk yang meningkat maupun ruang bakar menyebabkan proses pembakaran menjadi kurang sempurna sehingga mengakibatkan performa mesin menurun.
3. Proses pembakaran yang kurang sempurna menyebabkan emisi gas buang yang di keluarkan sepeda motor mengandung zat beracun berbahaya bagi kelangsungan hidup makhluk bumi.
4. Penggunaan cairan pada *water injection* akan berpengaruh terhadap performa mesin sehingga hasilnya bisa menjadi lebih baik ataupun lebih buruk dari kondisi mesin standar.

C. Batasan Masalah

Penelitian ini mengenai pengaruh pemasangan *water injection* pada sepeda motor 4 langkah. Berdasarkan indentifikasi masalah yang ada, maka yang menjadi batasan masalah ialah pengaruh pemasangan *water injection* pada sepeda motor 4 langkah terhadap torsi, daya dan konsumsi bahan bakar.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dibahas maka permasalahan yang akan diteliti dalam permasalahan ini adalah sebagai berikut:

1. Seberapa besar pengaruh pemasangan *water injection* terhadap torsi yang dihasilkan oleh sepeda motor ?
2. Seberapa besar pengaruh pemasangan *water injection* terhadap daya yang dihasilkan oleh sepeda motor ?
3. Seberapa besar pengaruh pemasangan *water injection* terhadap konsumsi bahan bakar yang dihasilkan oleh sepeda motor ?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dituliskan maka tujuan penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh pemasangan *water injection* terhadap torsi yang dihasilkan oleh sepeda motor.
2. Mengetahui pengaruh pemasangan *water injection* terhadap daya yang dihasilkan oleh sepeda motor.
3. Mengetahui pengaruh pemasangan *water injection* terhadap konsumsi bahan bakar yang dihasilkan oleh sepeda motor.

F. Manfaat Penelitian

Kegiatan penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Bagi dunia akademik dapat membuktikan pengetahuan tentang pengaruh penggunaan *water injection* terhadap performa mesin.

2. Bagi dunia akademik dapat membuktikan pengetahuan tentang pengaruh penggunaan larutan pada *water injection* terhadap performa mesin.
3. Masyarakat memperoleh informasi tentang perbedaan performa mesin pada sepeda motor menggunakan alat *water injection* dengan sepeda motor tanpa menggunakan alat *water injection*, sehingga masyarakat dapat mengetahui dampak yang akan ditimbulkan jika melakukan pemasangan *water injection* pada sepeda motornya.
4. Diharapkan bisa dijadikan acuan untuk penelitian selanjutnya.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Motor Bakar

Motor bakar merupakan suatu mesin penggerak yang memanfaatkan energi kalor dari hasil proses pembakaran menjadi energi mekanik. Salah satu jenis motor bakar yang proses pembakarannya terjadi didalam motor itu sendiri disebut mesin/motor pembakaran dalam. Menurut Pudjanarsa dan Nursuhud (2008:47) menjelaskan bahwa “motor pembakaran dalam adalah mesin yang memanfaatkan fluida kerja hasil pembakaran dimana antara medium yang memanfaatkan gas panas hasil pembakaran dengan fluida kerja tidak dipisahkan oleh dinding pemisah”.

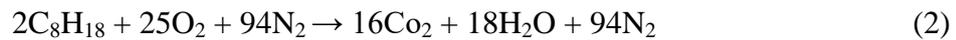
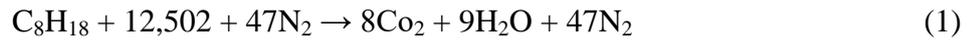
2. Proses Pembakaran

Secara umum pembakaran didefinisikan sebagai reaksi kimia atau reaksi persenyawaan bahan bakar oksigen (O_2) sebagai oksidan dengan temperaturnya lebih besar dari titik nyala. Bahrul dan Faisal (2016: 46) menyebutkan “ada dua kemungkinan yang terjadi pada pembakaran mesin bensin, yaitu pembakaran normal dan pembakaran tidak normal (tidak stokiometri)”. Penjelasannya sebagai berikut:

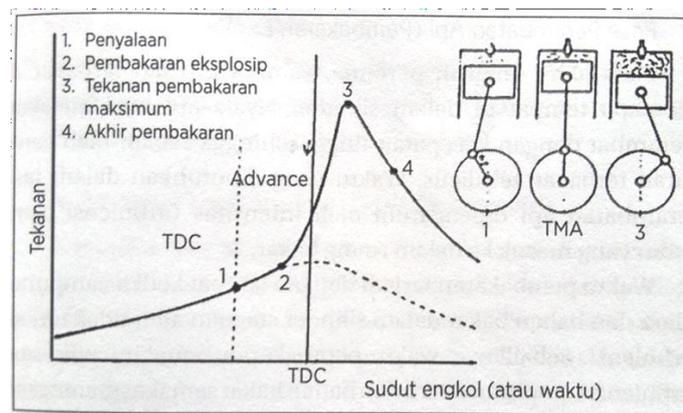
a. Pembakaran Normal

Pembakaran normal terjadi bila bahan bakar dapat terbakar seluruhnya pada saat dan keadaan yang dikehendaki. Selain itu,

pembakaran sempurna/normal terjadi bila seluruh iso-oktana (C_8H_{18}) dapat bereaksi seluruhnya menjadi CO_2 dan H_2O . Berikut adalah reaksi pembakaran sempurna:



Pembakaran normal pada motor bensin dapat ditunjukkan pada grafik ini.

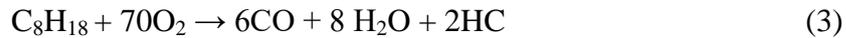


Gambar 1. Grafik pembakaran normal campuran bahan bakar dan udara

Sumber: Bahrul Amin, Faisal Ismet (2016: 47)

b. Pembakaran Tidak Normal (Tidak Stoikiometri)

Pembakaran tidak normal terjadi bila bahan bakar tidak ikut terbakar atau tidak terbakar bersamaan pada saat dan keadaan yang dikehendaki. Selain itu, pembakaran tidak normal adalah pembakaran yang terjadi apabila iso-oktana (C_8H_{18}) tidak dapat bereaksi seluruhnya menjadi CO_2 dan H_2O melainkan menjadi CO , HC dan H_2O . Reaksi pembakaran tidak normal dapat dituliskan sebagai berikut:



Pembakaran tidak normal dapat menimbulkan detonasi (knocking) yang memungkinkan timbulnya gangguan dan kesulitan-kesulitan pada motor bakar bensin, fenomena-fenomena yang menyertai pembakaran tidak sempurna, diantaranya

1) Detonasi

Detonasi merupakan hasil rambatan gelombang tekanan gas dengan kecepatan tinggi yang berulang kali dipantulkan dari dinding ruang bakar sehingga menghasilkan suatu bunyi pukulan logam, Dalam hal ini gas baru yang belum terbakar terdesak oleh yang sudah terbakar, sehingga tekanan dan suhunya naik sampai suhunya naik sampai mencapai keadaan hampir terbakar, jika paada saat ini gas tadi terbakar dengan sendirinya maka akan timbul ledakan (detonasi) yan menghasilkan gelombang suara kejutan. (Bahrul Amin, Faisal Ismet 2016: 49)



Gambar 2. Proses terjadinya detonasi
 Sumber: Bahrul , Faisal. (2016: 48)

Hal-hal yang menyebabkan terjadinya detonasi antara lain sebagai berikut:

1. Perbandingan kompresi yang terlalu tinggi, tekanan kompresi, suhu pemanasan campuran dan suhu silinder yang tinggi
 2. Masa pengggapian yang cepat, dan
 3. Pemakaian bahan bakar bernilai oktan rendah
- 2) Pengapian dini (*preignition*)

Pengapian dini atau disebut juga *preignition* merupakan penyalaan campuran bahan bakar dan udara di dalam ruang bakar sebelum terjadinya percikan bunga api. Bahrul dan faisal (2016:52) menjelaskan *preignition* ialah “proses terbakarnya sendiri campuran baan bakar dan udara seblemu terjadimya loncatan bunga api busi yang disebabkan oleh kelebihan panas (*overheated*) yang terdapat pada elektroda tengah busi, katup buang,kepala piston, kerbon deposit(*hot spot*) dan gasket yang menonjol pada runag bakar”.

3) *Post-ignition*

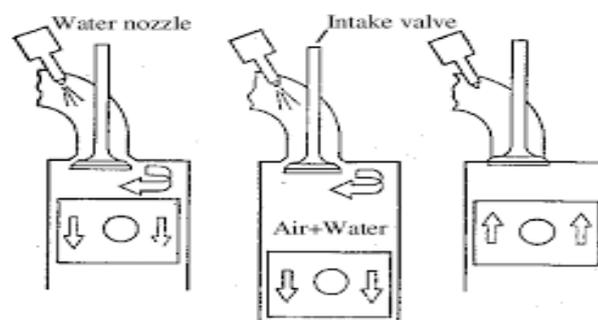
Bahrul dan faisal (2016:52) menjelaskan “*Post-ignition* terjadi pada rung bakar diakibatkan oleh *hot spor* yang mengakibatkan waktu penyalaan berlangsung sepanjang langkah kompresi”.

Proses terjadinya *Post-ignition* adalah ketika kunci kontak dimatikan, motor masih berputar karena adanya sisa tenaga.

Putaran ini mengakibatkan silinder menghisap bahan bakar dari karburator sehingga didalam silinder terisi dengan campuran udara dan bahan bakar. Temperatur di dalam silinder yang cukup panas maka campuran udara bahan bakar yang dimampatkan oleh tenaga sisa dari motor akan terbakar dengan sendirinya, hal ini disebabkan oleh panas sisa yang masih ada didalam silinder, maka tekanan didalam silinder mengalami kenaikan.

3. *Water injection*

Water injection atau bisa disebut juga Wa-i menurut Siddik, et al., (2014: 2) “yaitu menginjeksi air ke dalam ruang bakar mesin”. Menurut Basori, et al., (2014b: 2) menjelaskan bahwa “*Water injection* adalah suatu sistem penambahan air dalam bentuk butiran pada ruang pembakaran melalui *intake manifold*”. Simpulan yang dapat diambil dari pendapat tersebut adalah bahwa *water injection* merupakan suatu sistem yang digunakan untuk menambahkan air dalam bentuk butiran dengan cara menginjeksikannya ke dalam ruang bakar melalui *intake manifold*.



Gambar 3. Perinsip Kerja *Water injection*
(Robert W. Dibble dan Niko Samec, 2000)

Air memiliki tingkat penguapan yang sangat tinggi, yaitu dibutuhkan sekitar 540 kalori per gram untuk dapat merubah air menjadi uap dibandingkan dengan bahan bakar biasa yang hanya cukup dengan 135 kalori untuk menguapkannya. Ini menjelaskan kenapa air merupakan yang terbaik untuk menurunkan temperatur pada intake manifold dibanding dengan memberikan lebih banyak bahan bakar minyak, sehingga waktu pengapian mesin bisa dibuat menjadi lebih maju untuk mendapat power yang dihasilkan mesin menjadi lebih besar, tanpa gejala *knocking* (ngelitik), dan resiko mesin menjadi terlalu panas (*over heat*). Secara teori, butir halus air akan terpecah menjadi uap pada temperatur panas ruang bakar yang terurai menjadi hidrogen dan oksigen, ini menghasilkan tenaga tambahan bagi mesin (Saftari, 2007). Debit air yang diinjeksikan ke dalam mesin kecil sekali, bisa dibilang dalam satuan butir air. Ketika masuk ke dalam ruang bakar yang bertemperatur tinggi, butir air akan terpecah menjadi uap air, jadi tidak dalam wujud air utuh. Dengan kata lain *water injection* tidak menyebabkan *water hammer*. *Water hammer* adalah kondisi dimana air masuk ke dalam silinder dalam jumlah besar, sehingga menyebabkan kerusakan pada piston dan silinder.

Kettner, dkk.,(2016: 1864) menyebutkan bahwa ide menggunakan air untuk proses pada mesin sudah ada sejak dulu, tahun 1940 campuran air dan metanol digunakan dalam pesawat tempur udara *Messerschmitt Bf109G-10* dan sistem ini meningkatkan tenaga mesin 1.700-2.400 hp kemudian pada tahun 1983 Renault dalam pembangunan F1 mesin yang

pertama menggunakan injeksi air di mesin balap untuk mendinginkan udara terkompresi sehingga mencegah *knocking* mesin. Wa-i bukan merupakan metode baru melainkan metode yang sudah digunakan saat perang dunia kedua pada pesawat tempur untuk meningkatkan tenaga mesin saat penyerangan (Siddik, dkk., 2014: 2). Ada beberapa metode yang digunakan pada perkembangan *water injection* seperti yang dijelaskan oleh Kettner, et al., (2016: 1864-1866) diantaranya yaitu:

- a. Injeksi air *hybrid*. Sistem ini telah dikembangkan oleh BMW yaitu sistem yang menggabungkan dan menggunakan air injeksi dengan tekanan injeksi langsung dari campuran bensin dan air pada saat yang sama. Sumber air yang digunakan adalah air kondensat yang dikeluarkan dari sistem pendingin udara disimpan dalam tangki dan digunakan untuk kedua sistem injeksi air. Air yang terkandung dalam campuran air dan bensin bervariasi dari 0% sampai 30%. Sistem ini mampu meningkatkan tenaga mesin dengan emisi rendah dan konsumsi bahan bakar rendah yang dicapai secara bersamaan. Menurut Basori, et al., (2014b: 3) menjelaskan bahwa “penambahan air dapat mengurangi laju pembakaran dan mengurangi temperatur gas di dalam silinder sehingga dimungkinkan dapat menekan timbulnya detonasi”. *Water injection* pada intake manifold (atau dalam silinder untuk injeksi langsung) efek yang terjadi adalah pendinginan bertambah oleh proses penguapan air, panas air yang menguap diambil dari udara masuk dan akibatnya suhu muatan udara menurut (Kettner, dkk., (2016: 1866).

Berikut merupakan gambar *water injection* yang terpasang pada sepeda motor 4 langkah konvensional



Gambar 4. *Water injection* pada motor konvensional
(Sumber : <https://go2alam.wordpress.com>)

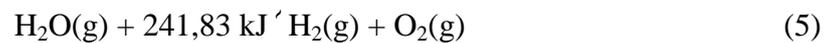
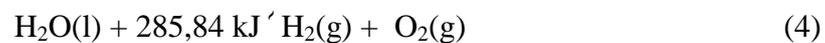
4. Air

Air merupakan senyawa kimia yang melimpah di muka bumi dengan rumus kimia H_2O . Satu molekul air tersusun atas dua atom hidrogen yang terikat secara kovalen pada satu atom oksigen. Menurut Peraturan menteri kesehatan nomor 416 tahun 1990 bahwa standar air yang bersih adalah yang mempunyai sifat tidak berwarna, tidak berasa dan tidak berbau. Air mempunyai kemampuan sebagai pelarut yang baik diantaranya seperti garam, gula, asam dan zat lainnya.

Kandungan oksigen sangat berpengaruh terhadap hasil pembakaran, hal ini dikarenakan oksigen merupakan unsur satu-satunya di udara yang dibutuhkan untuk reaksi oksidasi, selain O_2 (Oksigen) C (karbon) dan H (hidrogen) juga merupakan komposisi bahan bakar yang berpengaruh dalam menghasilkan proses pembakaran yang baik. Hal ini disebabkan komponen bahan bakar H (hidrogen) lebih cepat beroksidasi

dibandingkan CO (karbon) sehingga apabila persentase Hidrogen meningkat maka prestasi mesin juga meningkat (Basori, dkk., 2014b: 3).

Air yang diinjeksikan oleh sistem *water injection* berupa butiran halus sehingga panas kompresi yang diserapnya menjadi lebih kecil dibandingkan bentuk cairan. Menurut Heywood di dalam Basori, et al., (2014b: 3) reaksi kimia penguraian bahan bakar Hidrogen (H₂) dan Oksigen (O₂) adalah sebagai berikut:



Simpulan dari reaksi tersebut adalah bahwa panas yang dibutuhkan untuk mengurai air (H₂O) dalam bentuk gas (241,83 kJ) lebih kecil dibandingkan dalam bentuk cair (285,84 kJ). Hal ini disebabkan panas pada ruang bakar berkurang karena digunakan untuk menguapkan air (Basori, et al., 2014b: 3).

Aquades merupakan air dari hasil penyulihan (diuapkan dan diembunkan kembali) dan memiliki kandungan air murni H₂O (Cahyono, et al., 2016: 10). Menurut Petrucci di dalam Cahyono, et al., (2016: 10) menyatakan bahwa air aquades bersifat tidak berwarna, tidak berasa, dan tidak berbau pada kondisi standar yaitu pada tekanan 100 kPa (1 bar) dan temperatur 273,15 K (0 °C). Berdasarkan pernyataan tersebut dapat disimpulkan bahwa aquades merupakan air murni yang memiliki rumus kimia H₂O yang mana air ini bersifat tidak berwarna, tidak berasa dan tidak berbau pada kondisi standar.

5. Bahan bakar

Menurut Jalius ,dkk (2008 : 46) bahan bakar mesin merupakan persenyawaan hidro-karbon yang diolah dari minyak bumi .untuk mesin bensin dipakai bensin dan untuk mesin diesel disebut minyak diesel. Pengertian definisi tersebut dapat disimpulkan bahwa bahan bakar adalah material yang digunakan untuk menghasilkan energi panas pada motor bakar untuk menghasilkan energi mekanik.

Banyak jenis bahan bakar yang kita kenali dalam kehidupan sehari-hari. Secara teori bahan bakar dapat dibedakan dari jenis asal bahan bakar dan bentuk fisik bahan bakar tersebut. Bahan bakar menurut asalnya dibagi menjadi tiga yaitu: bahan bakar nabati, bahan bakar fosil dan bahan bakar mineral. Sedangkan untuk bahan bakar menurut bentuk dikategori menjadi tiga yaitu : bahan bakar padat, cair dan gas.

Untuk di Indonesia varian bahan bakar bensin yang dijual di masyarakat cukup banyak. Produsen yang memproduksi bahan bakar jenis ini ada 3 yaitu Shell, Total, dan Pertamina. Indonesia produsen bahan bakar yang sering kita temui adalah Pertamina karena produsen ini adalah perusahaan milik bangsa. Sehingga sangat umum digunakan oleh masyarakat Indonesia. Untuk itu pada penelitian ini peneliti menggunakan bahan bakar Peralite 90 dan Pertmax 92.

a. Peralite

Peralite adalah bahan bakar minyak dari Pertamina dengan RON 90 berwarna hijau. Peralite dihasilkan dengan penambahan zat aditif dalam

proses pengolahannya di kilang minyak. pertalite memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan premium. Selain itu, RON 90 membuat pembakaran pada mesin kendaraan dengan teknologi terkini lebih baik dibandingkan dengan premium yang memiliki RON 88. Sehingga sesuai digunakan untuk kendaraan roda dua, hingga kendaraan *multi purpose vehicle* ukuran menengah.

Spesifikasi Pertalite sebagai berikut :

Tabel 1. Spesifikasi pertalite

Pertalite				
No	Karakteristik	Satuan	Batasan	
			Min	Max
1	Angka Oktan Riset (RON)	RON	90,0	-
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% vol. penguapan	°C	-	74
	50% vol. penguapan	°C	88	125
	90% vol. penguapan	°C	-	180
	Titik didih akhir	°C	-	215
	Residu	% vol	-	2,0
11	Sedimen	mg/l		1
12	<i>Unwashed gum</i>	mg/100 ml		70
13	<i>Washed gum</i>	mg/100 ml	-	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 I	
17	Sulfur Mercaptan	% massa	-	0,002
18	Penampilan Visual		Jernih & Terang	
19	Warna		Hijau	
20	Kandungan Pewarna	gr/100 l	-	0,13

(Sumber : PT. Pertamina, 2007)

b. Pertamax

Pertamax merupakan bahan bakar jenis bensin dengan nilai oktan 92 berwarna biru yang diproduksi oleh Pertamina. Pertamina merekomendasikan bahan bakar tipe ini untuk kendaraan dengan perbandingan campuran bahan bakar dan udara 9:1 hingga 10:1. Dalam penelitian kali ini peneliti menggunakan bahan bakar pertamax dikarenakan bahan bakar pertamax mempunyai nilai oktan yang tinggi yaitu 92, lebih tinggi dibandingkan dengan pertalite yang hanya memiliki nilai oktan 90.

Spesifikasi pertamax sebagai berikut :

Tabel 1. Spesifikasi Pertamax

Pertamax				
No	Karakteristik	Satuan	Batasan	
			Min	Max
1	Angka Oktan Riset (RON)	RON	92	-
2	Stabilitas Oksidasi	Menit	480	-
3	Kandungan Belerang	% m/m	-	0,05 ¹⁾
4	Kandungan Timbal (Pb)	gr/l	-	0,013 ²⁾
5	Kandungan Logam	mg/l	-	-
	(mangan (Mn), Besi (Fe))			
6	Kandungan Silikon	mg/kg	-	-
7	Kandungan Oksigen	% m/m	-	2,7 ³⁾

8	Kandungan Olefin	% v/v	-	*)
9	Kandungan Aromatic	% v/v	-	50
10	Kandungan Benzena	% v/v	-	5
11	Distilasi :			
	10% vol. penguapan	oC	-	70
	50% vol. penguapan	oC	-	110
	90% vol. penguapan	oC	-	180
	Titik didih akhir	oC	-	215
	Residu	% vol	-	2
12	Sedimen	mg/l		1
13	<i>Unwashed gum</i>	mg/100 ml		70
14	<i>Washed gum</i>	mg/100 ml	-	5
15	Tekanan Uap	kPa	45	60
16	Berat jenis (pada suhu 15 °C)	kg/m ³	715	770
17	Korosi bilah Tembaga	menit	Kelas 1	
18	Sulfur Mercaptan	% massa	-	
19	Penampilan Visual		Jernih & Terang	
20	Warna		Biru	
21	Kandungan Pewarna	gr/100 l	-	0,13
22	Kandungan Phospor	mg/l	-	-

(Sumber : PT. Pertamina, 2007)

6. Daya

Daya merupakan salah satu parameter dalam menentukan performa motor. Perhitungan daya yang terjadi pada setiap motor itu sendiri. Jika jumlah putaran mesin (rpm) tinggi maka daya yang dihasilkan juga akan semakin tinggi.

Selanjutnya Hasan Maksum (2012:15) menyatakan “bahwa pada motor, daya merupakan perkalian antara momen putar (Mp) dengan putaran mesin (n)”. Jenis daya pada mesin:

- a. *Brake power* adalah daya yang diberikan oleh poros engkol

- b. *Drawber power* adalah daya pada drawber dan tersedia untuk menarik beban.
- c. *Friction power* adalah daya yang digunakan untuk mengatasi gesekan-gesekan pada motor.
- d. *Indicated power* adalah daya yang timbul dalam ruangan pembakaran dan diterima oleh piston.

Dari uraian beberapa pendapat diatas dapat dinyatakan bahwasanya daya merupakan hasil dari proses konversi energi, dengan kata lain daya dapat diartikan sebagai kemampuan suatu motor bakar dalam melakukan kerjanya. Satuan daya yaitu *Horse Power*. Pada sepeda motor alat yang digunakan untuk mengukur daya yaitu *dynamometer*, rumus untuk menghitung daya yaitu dengan menggunakan rumus:

$$P = 2 \cdot p \cdot n \cdot T \text{ (hp)} \quad (6)$$

Dimana : P = daya poros (hp)

T = torsi (N.m)

N = putaran mesin (rpm)

7. Torsi

Torsi merupakan nilai kemampuan suatu mesin dalam melakukan kerja, jadi torsi merupakan energi yang ada pada suatu motor. Torsi adalah sebuah turunan pada dunia otomotif yang mana torsi didefinisikan sebagai nilai untuk menghitung berapa kekuatan yang dihasilkan dari benda yang berputar terhadap porosnya (Raharjo dan Karnowo, 2008:98).

Gaya tekan putar pada bagian yang berputar disebut torsi, sepeda motor digerakkan oleh torsi dari crankshaft (Jama, Jalius & Wagino 2008:23). Torsi adalah ukuran kemampuan mesin untuk melakukan kerja. Satuan torsi biasanya dinyatakan dalam N.m (*NewtonMeter*). Rumus untuk menghitung torsi adalah sebagai berikut:

$$T = F.r \quad (7)$$

Dimana :

T = Torsi (N.m)

F = Gaya (N)

r = Jarak benda ke pusat rotasi (m)

Pengaruh dari Torsi yaitu sebuah benda bisa berputar terhadap porosnya, sehingga benda itu dapat berhenti jika terjadi gaya yang berlawanan dengan nilai yang sama besar.

Dari beberapa pernyataan diatas dapat diambil kesimpulan bahwa torsi merupakan kekuatan atau energi yang ditimbulkan dari benda yang berputar terhadap porosnya.

8. Konsumsi bahan bakar spesifik

Konsumsi bahan bakar spesifik adalah jumlah bahan bakar per waktunya untuk menghasilkan daya sebesar 1 HP. Jadi Konsumsi bahan bakar adalah ukuran ekonomi pemakaian bahan bakar (Winarno dan Karnowo, 2008 : 115). Untuk konsumsi bahan bakar hanya volume bahan bakar per satuan waktu (kg/jam).

$$\dot{m}_f = \frac{\dot{m}_a}{AF} = \frac{\frac{1}{2}(e_f)(\rho)(V_d)(N)}{AF} = \frac{\frac{1}{2}(e_f)\left(\frac{P}{R_i T_i}\right)(V_d)(N)}{AF} \quad (8)$$

$$sfc = \frac{\dot{m}_f}{\dot{W}_b} \quad (9)$$

(Sumber : Internal Combustion Engines Applied Thermosciences by Colin R. Ferguson, Allan T. Kirkpatrick)

Dimana =

SFC = konsumsi bahan bakar spesifik (kg/jam.kW)

\dot{m}_f = jumlah bahan bakar persatuan waktu (kg/jam)

V = volume bahan bakar yang digunakan

ρ = berat jenis bahan bakar yang digunakan

t = waktu yang diperlukan untuk konsumsi bahan bakar

\dot{W}_b = daya yang dihasilkan (kW)

N = Rpm mesin

P = kondisi manifold udara masuk

T_i = Suhu udara masuk silinder

e_f = Efisiensi volumetric

V_d = Volume silinder

9. Dynamometer

Dynamometer merupakan sebuah alat yang digunakan untuk melakukan pengujian daya dan torsi pada sepeda motor. Dimana *dynamometer* tersebut dilengkapi dengan sebuah roller layaknya jalanan sehingga pada saat melakukan pengujian kendaraan itu terasa seperti

mengendarai kendaraan dijalanan, dan juga *dynamometer* ini sudah canggih karena untuk pembacaan dari hasil uji daya dan torsi sudah bisa dilihat langsung melalui layar monitor komputer, pada *roller* juga bisa ditambah beban dari putaran *roller* yaitu dengan menambah berat dari piringan di *roller dynamometer*



Gambar 5. *Dynamometer*

(Sumber :<http://www.Pertamax7.com>)

B. Penelitian Yang Relevan

1. Penelitian yang dilakukan oleh Zatmiko, et al., (2015) dengan judul rancang bangun *water injection* berbasis mikrokontroler serta pengaruhnya terhadap konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang (CO & HC) pada sepeda motor. Pengujian pada penelitian Zatmiko, et al., (2015) menggunakan air akuades dan akuades dicampur metanol, dimana pada penelitian ini menghasilkan pengaruh positif terhadap konsumsi bahan bakar pada putaran mesin 4500 rpm di seluruh variasi komposisi akuades dan metanol. Hasil positif penggunaan *water injection* terdapat emisi gas buang CO diperoleh pada penggunaan A100 dan A90, sedangkan pengaruh terhadap emisi gas buang

HC semakin banyak campuran metanol semakin besar kadar HC yang dihasilkan oleh sepeda motor Honda mega pro tahun 2009.

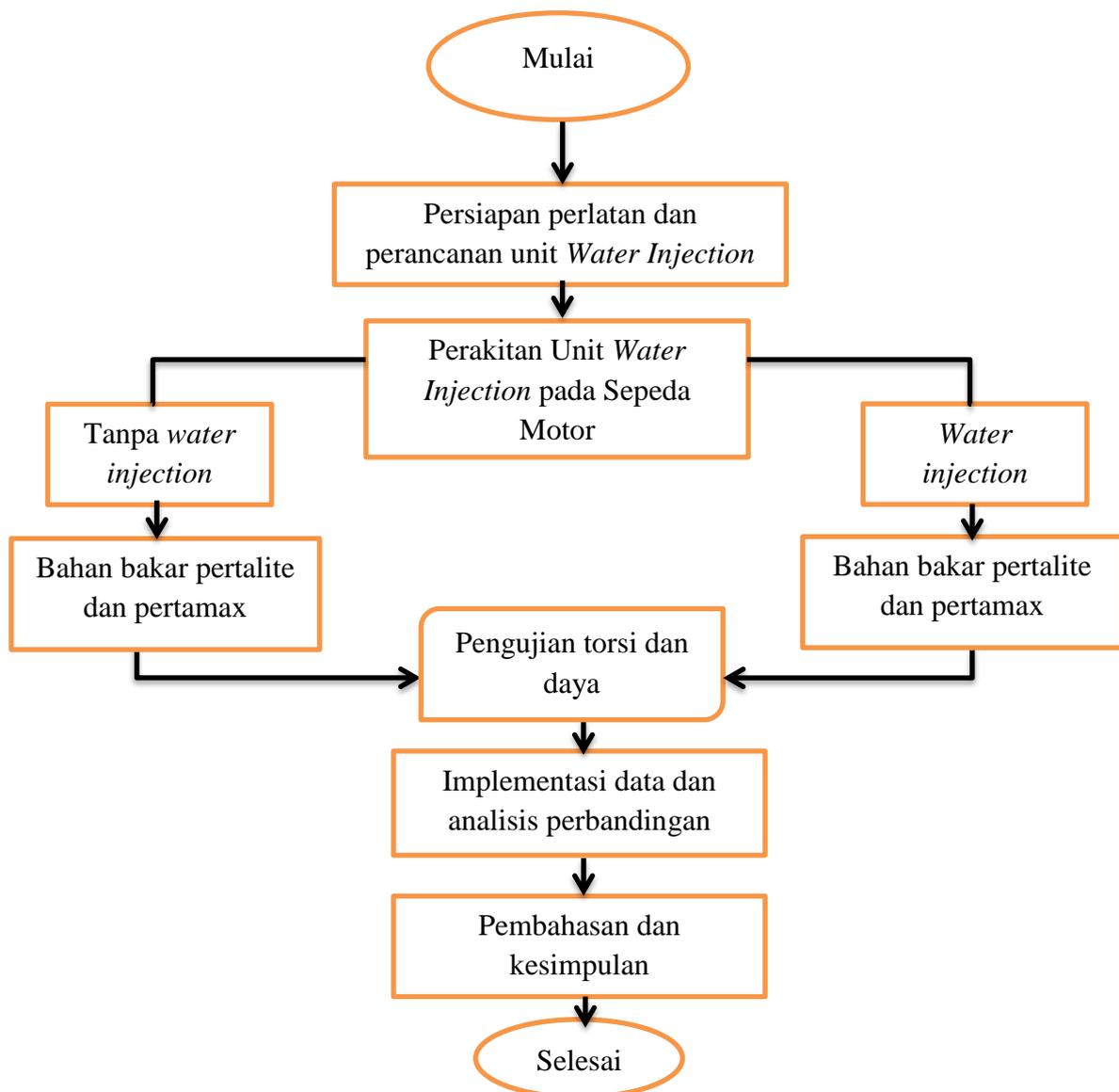
2. Penelitian yang dilakukakn Sunaryo (2015) dengan judul *aplikasi water injection system teradap performa kendaraan bermotor*, pengujian pada penelitian Sunaryo (2015) mendapatkan hasil yang positif dengan kesimpulan hasil penelitian Penggunaan *water injection* mampu meningkatkan torsi, akan tetapi tidak untuk daya motor. Peningkatan torsi tersebut sebesar 4,09 % untuk penginjeksian dengan air, dan 4,23 % untuk penginjeksian dengan alkohol. Sedangkan waktu akselerasi dari motor meningkat sebesar 45,7% untuk penginjeksian dengan air dan 39,9% untuk penginjeksian dengan alkohol.
3. Penelitian yang dilakukan oleh Aziz Cahya Pradana (2014) dengan judul uji emisi CO dan HC mesin berbahan bakar premium dengan variasi *water injection* pada sepeda motor Honda supra fit tahun 2006. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa Penggunaan *water injection* berpengaruh terhadap emisi gas buang CO dan HC pada sepeda motor Honda Supra Fit tahun 2006. Terdapat pengaruh positif terhadap emisi CO karena pada penggunaan Wa-I 21G mengalami penurunan kadar CO sebesar 1,901%, dan pada penggunaan Wa-I 23G mengalami penurunan kadar CO sebesar 1,920%. Sedangkan untuk emisi HC terdapat pengaruh negatif yaitu pada penggunaan Wa-I 21G mengalami kenaikan kadar HC sebesar 1236 ppm, dan pada penggunaan Wa-I 23G mengalami kenaikan kadar HC sebesar 1140 ppm.

4. Penelitian yang dilakukan oleh Ranto dkk (2014) dengan judul pengaruh penggunaan *water injection* dan jenis bahan bakar terhadap konsumsi bahan bakar pada sepeda motor honda supra fit tahun 2006, Penelitian yang telah dilakukan, ditemukan bahwa penggunaan *water injection* bahan bakar premium pada sepeda motor Honda Supra Fit tahun 2006 terjadi penurunan konsumsi bahan bakar dibanding konsumsi bahan bakar pada sepeda motor Honda Supra Fit tahun 2006 tanpa menggunakan *water injection*. Penurunan konsumsi bahan bakar premium menggunakan *water injection* dibanding tanpa menggunakan *water injection* sebesar 1,66 ml/km, dan Penurunan konsumsi bahan bakar pertamax menggunakan *water injection* dibanding tanpa menggunakan *water injection* sebesar 1,76 ml/km
5. Penelitian yang dilakukan oleh eri sururi dan waluyo (2010) dengan judul perbandingan penggunaan bahan bakar premium dan pertamax terhadap unjuk kerja mesin pada sepeda motor Suzuki thander tipe en-125 penelitian yang telah dilakukan mendapatkan hasil pada putaran mesin 5000 rpm sampai 8000 rpm SFC premium lebih rendah dari pada pertamax meskipun pada putaran mesin 9000 rpm ke atas SFC premium mengalami peningkatan dan lebih tinggi dari pada pertamax akan tetapi secara garis besar SFC premium lebih rendah dari pada pertamax

C. Kerangka Berfikir

Salah satu yang mempengaruhi performa mesin adalah proses pembakaran pada ruang mesin. *Water injection* bekerja menurunkan suhu ruang bakar akibat panas berlebih, yaitu akibat campuran udara dan bahan bakar

menjadi dingin karena bercampur kabut air sehingga menyebabkan pendinginan pada ruang bakar. Hasil injeksi pada alat *water injection* dipengaruhi antara lain adalah Air murni tentunya akan mempengaruhi komposisi kandungan dalam cairan tersebut sehingga menyebabkan perbedaan pada emisi gas buang (CO & HC) dan performa mesin (daya dan torsi) yang dihasilkan oleh mesin nantinya.



Gambar 6. kerangka berfikir.

D. Pertanyaan Penelitian

Sesuai dengan teori serta kerangka berfikir, maka dapat diajukan pertanyaan penelitian

1. Adakah perubahan Daya dengan melakukan pengujian pemasangan *water injection* pada kendaraan sepeda motor 4 langkah modifikasi injeksi.
2. Adakah perubahan Torsi dengan melakukan pengujian pemasangan *water injection* pada kendaraan sepeda motor 4 langkah modifikasi injeksi.
3. Adakah perubahan *SFC* bahan bakar dengan melakukan pengujian pemasangan *water injection* pada kendaraan sepeda motor 4 langkah modifikasi injeksi

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Penggunaan *water injection* menggunakan bahan bakar pertalite mendapatkan hasil daya pada sepeda motor uji dengan rata-rata penurunan daya sebesar -1,74% atau mengalami penurunan sebesar 0,9 Kw dari rata-rata daya, dan tidak ada perubahan daya menggunakan bahan bakar pertamax yang dihasilkan sepeda motor menggunakan *water injection*
2. Penggunaan *water injection* menggunakan bahan bakar pertalite terhadap torsi pada sepeda motor uji mengalami peningkatan dengan rata-rata kenaikan torsi sebesar 1,30 % atau mengalami kenaikan sebesar 1 N.m dari rata-rata torsi, dan penurunan torsi pada penggunaan bahan bakar pertamax sebesar -0,25 % atau penurunan torsi sebesar 0,19 N.m menggunakan bahan bakar pertamax yang dihasilkan sepeda motor tanpa *water injection*.
3. Penggunaan *water injection* terhadap *SFC* menggunakan bahan bakar pertalite pada sepeda motor uji mengalami kenaikan sebesar 11,9 % mengalami kenaikan sebesar 32,2 g/Kwh dari rata-rata, pada penggunaan bahan bakar pertamax mengalami penurunan -16 % atau penurunan sebesar 43,6 g/Kwh menggunakan bahan bakar pertamax yang dihasilkan sepeda motor tanpa *water injection*.

4. Dari data yang didapat dapat disimpulkan bahwa penggunaan *water injection* mampu meningkatkan torsi menggunakan bahan bakar pertalite, akan tetapi tidak untuk bahan bakar pertamax. Peningkatan torsi tersebut sebesar 1,30 %. Sedangkan *SFC* meningkat sebesar 11,9 % atau mengalami kenaikan sebesar 32,2 g/Kwh menggunakan bahan bakar pertalite dapat disimpulkan bahwa dan efisiensi mesin berbanding terbalik, sehingga semakin rendah konsumsi bahan bakar spesifik, maka semakin besar efisiensi mesin, maka dari itu memungkinkan torsi dapat meningkat dan tercapainya daya maksimal pada rpm rendah.

B. Saran

- a. Penggunaan *water injection* pada sepeda motor uji modifikasi injeksi dapat dijadikan sebagai salah satu upaya untuk meningkatkan torsi, dan *SFC*, namun sebaiknya menggunakan variasi bahan bakar yang paling efektif yaitu pertalite
- b. Peneliti menganjurkan untuk penelitian selanjutnya perlu penambahan alat pada *water injection* seperti sensor suhu dan penyesuaian penyemprotan terhadap bukaan katup sehingga didapatkan hasil penelitian yang baru.
- c. Peneliti menganjurkan untuk penelitian selanjutnya dilakukan penambahan variabel yang lain, misalnya variasi debit, variasi larutan dan tekanan penyemprotan sehingga didapatkan hasil penelitian yang baru.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, Bahrul & Ismet, Faisal. 2016. *Teknologi Motor Bensin*. Jakarta: Kencana
- Basori, et al., (2014b: 3) Basori, et al. 2014b. Pemanfaatan Mikrokontroler AT89S51 Dalam Rancang Bangun Sistem *Water Injection* Berbasis Mikrokontroler pada Sepeda Motor. *JIPTEK. Vol VII Nomor 2*.
- Cahyono, et al., (2016: 10) Cahyono, B., E. et al. 2016. Karakteristik Sensor Kapasitif Untuk Penentuan Level Aquades. *REM (Rekayasa, Energi, Manufaktur)*. Vol 1 Nomor 2: 9-13.
- Jama, Jalius & Wagino. 2008. *Teknik Sepeda Motor Jilid 2*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan Kettner, et al., (2016: 1864)
- Hasan Maksum, dkk. 2012. *Teknologi Motor Bakar*. Padang: UNP Press
- Heywood J.B., 1988. *Internal Combustion Engine Fundamentals*, McGraw-Hill Book Company Inc, New York.
- Rahardjo, 2014: 12 Rahardjo, W. Dwi. 2014. *Buku Ajar Mesin Konversi Energi*. UNNES. S, Syukri. 1999. *Kimia Dasar* . Jilid 2. Bandung: ITB.
- Robert W. Dibble dan Niko Samec, 2000. *Reduction of NOx and Soot Emission by Water Injection During Combustion in a Diesel Engine*
- Saftari, Firmansyah. 2007. *Water Injection stage 2*.
- Siddik, M. et al. 2014. Pengaruh Penggunaan *Water Injection* Dan Jenis Bahan Bakar Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Pada Sepeda Motor Honda Supra Fit tahun 2006.
- Sugiyono. 2012. *Metode Penelitian Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta
- Suharsimi:2010:276). Suharsimi Arikunto. (2010). *Manajemen Penelitian*. Jakarta: Rineka Cipta. Widoyoko (2016:51 Widoyoko, Eko Putro, 2016. *Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian*. Yogyakarta. Pustaka Pelajar.