

**PENGARUH CAMPURAN ETHANOL, SPIRITUS DAN KAPUR BARUS
DENGAN BAHAN BAKAR BENSON TERHADAP DAYA
PADA MOTOR HONDA VARIO**

SKRIPSI

*Diajukan kepada tim penguji skripsi jurusan Teknik Otomotif sebagai syarat
untuk menyelesaikan program S1 Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang*



SYAFMI ALGIFARI ABDA'U

1202099/2012

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK OTOMOTIF
JURUSAN TEKNIK OTOMOTIF
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2017**

PERSETUJUAN PEMBIMBING

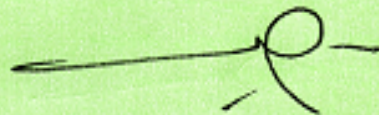
SKRIPSI

Judul : Pengaruh Campuran Ethanol, Spiritus dan Kapur Barus
dengan Bahan Bakar Bensin terhadap Daya pada Motor
Honda Vario.
Nama : Syafmi Algifari Abda'u
NIM/BP : 1202099/2012
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif
Jurusan : Teknik Otomotif
Fakultas : Teknik

Padang, Oktober 2017

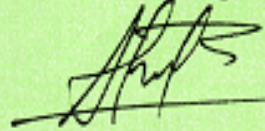
Disetujui Oleh:

Pembimbing I



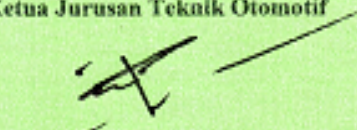
Dr. Remon Lapisa, ST, MT, M.Sc. Tech
NIP. 197709182008121001

Pembimbing II



Dwi Sudarno Putra, ST, MT
NIP. 19820625 2008121 1 003

Diketahui Oleh:
Ketua Jurusan Teknik Otomotif



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

PENGESAHAN TIM PENGUJI

Nama : Syafmi Algifari Abda'u

NIM : 1202099/2012

Dinyatakan lulus setelah mempertahankan skripsi di depan Tim Penguji
Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif
Jurusan Teknik Otomotif
Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang
dengan judul

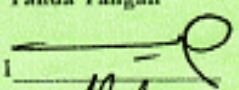
Pengaruh Campuran Ethanol, Spiritus, dan Kapur Barus
dengan Bahan Bakar Bensin terhadap Daya
pada Motor Honda
Vario

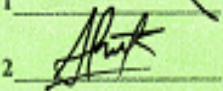
Padang, Oktober 2017

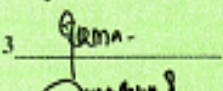
Tim Penguji

Tanda Tangan

1. Ketua : Dr. Remon Lapisa, ST, MT, M.Sc
2. Sekretaris : Dwi Sudarno Putra, ST, MT
3. Anggota : Irma Yulia Basri, S.Pd, M.Eng
4. Anggota : Nuzul Hidayat, S.Pd, MT

1. 

2. 

3. 

4. 



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

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Syafmi Algifari Abda'u
Nim/TM : 1202099/2012
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif
Jurusan : Teknik Otomotif
Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan, bahwa Tugas Akhir saya dengan judul **"Pengaruh Campuran Ethanol, Spiritus Dan Kapur Barus Dengan Bahan Bakar Bensin Terhadap Daya Pada Motor Honda Vario"** adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat saya terbukti melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di institusi UNP maupun di masyarakat dan negara.

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

Padang, Oktober 2017
Saya yang menyatakan,



Syafmi Algifari Abda'u
NIM. 1202099/2012

HALAMAN PERSEMBAHAN

**Diangkek salam dianjuang budi, kaganti siriah nan sakapua, Kaguno bajawek tangan
Assalamu'alaikum warohmatullahi wabarokatu**

Alhamdulillahirobbil'alamin. Alhamdulillah ya allah, ya robbal 'alamin, atas rahmat dan karuniamu yang engkau berikan, aku bisa menyelesaikan skripsi ini, semuanya berkat kulimah *lailah ha illallah*, Semoga engkau hidupkan aku didalam kulimahmu *laillah ha illallah*, dan engkau matikan ku didalam kulimah *laillah ha illallah*. Semuanya juga terwujud berkat do'a yang di pintakkan kepada allah S.W.T.

“ Di tarah batang si taratak
Di kuduang ditangah hari
Barakat do'a sarato pintak
Basonyo allah lai kamambari”

Sholawat salam kepada Rosulullah, atas syafa'at yang engkau berikan, aku bisa melalui berbagai proses dari awal perjalananku menempuh pendidikan sampai proses yang kujalani dalam penyelesaian skripsi ini.
“orang yang sebenarnya sukses adalah orang yang mampu menjalani berbagai proses dengan baik dalam menggapai kesuksesannya”.

Ucapan Trimakasih Kepada Guruku:
Bpk. Dr. Remon Lapisa, ST, MT, M.Sc.Tech
Bpk. Dwi Sudarno Putra, ST, MT
Ibk. Irma Yulia Basri, S.Pd, M.Eng
Bpk. Nuzul Hidayat, S.Pd, MT

Karya tulis ini kupersembahkan:

Kepada kedua orang tua tercinta, ayahanda (Syafruddin Koto) dan ibunda (Delmiati Chaniago), yang memberiku pil semangat disetiap kesulitanku, yang rela mengeluarkan peluh untuk keberhasilanku. Semoga allah memberiku kesempatan untuk membahagiakanmu orang tuaku dan merasakan nikmat indahnya hidup. Dan semoga allah memberi rahmat, barokah dan karidhoannya, syurganya kepadamu ibunda dan ayahanda. Ku hargai setiap peluh yang engkau keluarkan untukku, orang tuaku. Hanya bisa ku bayar dengan berbakti kepadamu ibunda dan ayahandaku.

Selanjutnya untuk adikku tersayang, Syafmi Syukri Hayati dan Syafmi Arifan Ma'ruf semoga cepat menyelesaikan pendidikan di perguruan tinggi dengan baik.

Selanjutnya kepada orang yang menjadi bunga ditaman hidupku Ns. Yuliandra, S.Kep, yang menemani disetiap kesulitan ku.

Dan kepada kawan – kawan: Yohanes Yosef B.P. Satra Kastari, Amd. Tri Almiadi Ahmad, Amd. M. Sawaluddin. Afdal Zikri, S.Pd. M. Rezki Ramadhan. Defli Putra.



“ Tak ado kusuik nan tak salasai, Tak ado karuah nan tak janiah, Tak ado bangkalai nan tak sudah, Tak ado barek nan tak tapikua” Salah cotok malatiangkan, Salah makan maluahkan, Salah ambiak magumbalikan, Salah katuhan minta tobat, Salah kamanusia minta maaf, Sasek suriuk, talangkah kumbali ”Wassalamu'alaikum Warohmatullahi Wabarokatu.

“Ranah minang- pulau paco, Disitu tampek ambo manaraco”

Syafmi Algifari Abda'u

ABSTRAK

Syafmi Algifari Abda'u. 2012. “Pengaruh Campuran Ethanol, Spiritus dan Kapur Barus dengan Bahan Bakar Bensin Terhadap Daya pada Motor Honda Vario” *Skripsi*. Padang: Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif, Jurusan Teknik Otomotif, Falkutas Teknik Universitas Negeri Padang.

Daya merupakan parameter dari kemampuan suatu mesin. Pada motor bensin yang menggunakan bensin sebagai bahan bakar, salah satu faktor yang mempengaruhi daya yang dihasilkan oleh motor bensin adalah kualitas dari pembakaran bahan bakar bensin didalam silinder. Kualitas pembakaran atau perfoma bahan bakar bensin tergantung pada karakteristik dan nilai oktan dari bahan bakar tersebut. Penelitian ini beranjak dari penggunaan ethanol, spiritus dan kapur barus sebagai zat additif atau zat tambahan bagi bahan bakar bensin dengan cara mencampurkannya, dan penelitian ini bertujuan untuk meneliti pengaruh dari penambahan ethanol, spiritus, kapur barus pada bahan bakar bensin terhadap nilai oktan bahan bakar dan daya yang dihasilkan dari pemakaian bahan bakar campuran tersebut pada sepeda motor dan melihat campuran zat manakah yang menghasilkan nilai oktan dengan karakteristik bahan bakar yang baik dan melihat manakah campuran zat yang menghasilkan daya yang optimal bagi sepeda motor.

Jenis penelitian ini adalah penelitian diskriptif kualitatif dengan metode eksperimen. Prosedur penelitian dilakukan dengan cara mencampur Ethanol + Premium, Spiritus + Premium, Kapur barus + Premium dengan kadar 5% sampai 20 %, kemudian melakukan pengujian karakteristik dan nilai oktan bahan bakar tersebut dan melakukan pengujian daya pada sepeda motor dengan menggunakan bahan bakar campuran tersebut.

Temuan penelitian ini yaitu: (1) hasil pengujian nilai oktan campuran Premium + Spiritus dengan kadar 20 % data hasil pengujian menunjukkan nilai oktan premium dari 88 setelah penambahan spiritus nilai oktan meningkat sampai 117,1 dan pengujian nilai oktan campuran Premium + Ethanol kadar 20 % data hasil pengujian menunjukkan nilai oktan premium dari 88 setelah penambahan spiritus nilai oktan meningkat sampai 99,6. (2) persentase pengujian daya sepeda motor dengan menggunakan bahan bakar premium campuran, data hasil pengujian menunjukkan campuran yang menghasilkan persentase daya paling optimal adalah campuran Premium + Spiritus kadar 5% dengan peningkatan daya mencapai 9.86%.

KATA PENGANTAR



Assalammu'alaikum WR. WB

Puji beserta syukur Penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Pengaruh Campuran Ethanol, Spiritus dan Kapur Barus dengan Bahan Bakar Bensin terhadap Daya pada Motor Honda Vario”**. Sholawat beriringan salam tidak lupa pula Penulis haturkan kehadiran Allah SWT, semoga disampaikan kepada Syayyiduna Rosullullah Muhammad SAW.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan program pendidikan pada jenjang program Strata satu (S1). Pada Prodi Pendidikan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini tidak lepas dari dukungan berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Fahmi Rizal, M.Pd, MT, selaku dekan Falkutas Teknik Universitas Negeri Padang.
2. Bapak Drs. Martias, M. Pd, selaku ketua jurusan Teknik Otomotif, Falkutas Teknik Universitas Negeri Padang .
3. Bapak Dr. Remon Lapisa, ST, MT, M.Sc.Tech. selaku dosen pembimbing I penulis, yang telah membimbing Penulis dari awal sampai akhir penyusunan skripsi ini.

4. Bapak Dwi Sudarno Putra, ST, MT, selaku dosen pembimbing II, yang juga membimbing penulis dalam penyusunan skripsi ini, dari awal sampai selesai.
5. Bpk. Indra Komala pimpinan Draco Motor Pekan Baru
6. Bpk. Yogi Harsaputra, pimpinan Labor Kimia Migas di PT. Pertamina TBBM Teluk Kabung
7. Teristimewa untuk kedua orang tua penulis, yang telah memberi dukungan baik secara moril maupun materil kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini
8. Rekan – rekan jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang, yang juga memberikan motivasi dan saran kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini
9. Semua pihak yang tidak disebutkan yang telah ikut memberikan masukan dan saran kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini

Semoga Allah membalas jasa baik bapak dan ibu semua, amin. Dalam penyusunan skripsi ini tidak akan luput dari kesalahan dan kekurangan, Maka dari itu penulis mengharapkan kritik dan saran, guna penulisan selanjutnya kearah yang lebih baik lagi.

Wassalammu'alaikum WR. WB

Padang, Oktober 2017

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Batasan Masalah	4
D. Rumusan Masalah	4
E. Tujuan Penelitian.....	4
F. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II KAJIAN TEORITIS	
A. Motor Bensin.....	6
B. Daya	11
C. Minyak Bumi.....	15
D. Bahan Bakar Bensin	16
E. Bilangan Oktan (Octane Number).....	28
F. Ethanol (Etil Alkhohol).....	29
G. Methanol (Spiritus)	30
H. Champor (Kapur Barus).....	33
I. Penelitian yang Relevan	34

J. Kerangka Koseptual	35
K. Hipotesis	35
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
A. Desain Penelitian.....	36
B. Tempat Dan Waktu Penelitian	36
C. Variabel Penelitian	37
D. Objek Penelitian	37
E. Teknik Pengumpulan Data	39
F. Teknik Analisa Data	46
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil Penelitian	47
B. Keterbatasan Penelitian	76
BAB V PENUTUP	
A. Kesimpulan	78
B. Saran	78
DAFTAR PUSTAKA	

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Nama - nama bahan bakar bensin yang dipasarkan di Indonesia.....	17
3.1. Spesifikasi Honda Vario	38
3.2. Persentase campuran ethanol dengan premium	42
3.3. Instrument pengujian campuran ethanol dengan premium.....	42
3.4. Persentase campuran spiritus dengan premium	43
3.5. Instrument pengujian campuran spiritus dengan premium.....	43
3.6. Persentase campuran kapur barus dengan premium	44
3.7. Instrument pengujian campuran kapur barus dengan premium.....	45
3.8. Instrument pengukuran nilai oktan campuran premium dengan zat additif	45
4.1. Spesifikasi Campuran 20 % Premium Dengan Spiritus	47
4.2. Spesifikasi campuran 20 % premium dengan ethanol	49
4.3. Tabel Pengujian Daya Menggunakan Bahan Bakar Premium Standar	50
4.4. Tabel Hasil Pengujian Daya Menggunakan Bahan Bakar Pertalite.....	52
4.5. Tabel Pengujian Daya Menggunakan Bahan Bakar Campuran Premium Dengan Ethanol	53
4.6. Tabel Pengujian Daya Menggunakan Bahan Bakar Campuran Premium Dengan Spiritus	58
4.7. Tabel Pengujian Daya Menggunakan Bahan Bakar Campuran Premium Dengan Kapur Barus	62
4.8. Tabel Persentase daya.....	75

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Penghitungan 1 Daya Kuda	13
Gambar 2. Gelas Ukur 1000 ml.....	19
Gambar 3. Hydro Meter.....	19
Gambar 4. Thermometer.....	20
Gambar 5. Reid Vapour Pressure (RVP) Analyzer	22
Gambar 6. Sulfur Content Analyzer	23
Gambar 7. CFR – Engine Portable	25
Gambar 8. Test Report Premium	26
Gambar 9. Test Report Peralite	27
Gambar 10. Data Grafik Dynotest Pengujian Daya dengan Menggunakan Bahan Bakar Premium Standar	51
Gambar 11. Data Grafik Dynotest Pengujian Daya dengan Menggunakan Bahan Bakar Peralite	52
Gambar 12. Data Grafik Dynotest Pengujian Daya dengan Menggunakan Bahan Bakar Campuran Premium+Ethanol Kadar 5%	54
Gambar 13. Data Grafik Dynotest Pengujian Daya dengan Menggunakan Bahan Bakar Campuran Premium+Ethanol Kadar 10%.	55
Gambar 14. Data Grafik Dynotest Pengujian Daya dengan Menggunakan Bahan Bakar Campuran Premium+Ethanol Kadar 15%.	56
Gambar 15. Data Grafik Dynotest Pengujian Daya dengan Menggunakan Bahan Bakar Campuran Premium+Ethanol Kadar 20%.	57

Gambar 16. Data Grafik Dynotest Pengujian Daya dengan Menggunakan Bahan Bakar Campuran Premium+Spiritus Kadar 5%.	59
Gambar 17. Data Grafik Dynotest Pengujian Daya dengan Menggunakan Bahan Bakar Campuran Premium+Spiritus Kadar 10%.	60
Gambar 18. Data Grafik Dynotest Pengujian Daya dengan Menggunakan Bahan Bakar Campuran Premium+Spiritus Kadar 15%.	61
Gambar 19. Data Grafik Dynotest Pengujian Daya dengan Menggunakan Bahan Bakar Campuran Premium+Kapur Barus Kadar 5%.	63
Gambar 20. Data Grafik Dynotest Pengujian Daya dengan Menggunakan Bahan Bakar Campuran Premium+Kapur Barus Kadar 10%. ..	64
Gambar 21. Data Grafik Dynotest Pengujian Daya dengan Menggunakan Bahan Bakar Campuran Premium+Kapur Barus Kadar 15%. ...	65
Gambar 22. Data Grafik Dynotest Pengujian Daya dengan Menggunakan Bahan Bakar Campuran Premium+Kapur Barus Kadar 20%. ..	66
Gambar 23. Data Grafik Pengujian Daya dengan Menggunakan Bahan Bakar Premium + Ethanol Pada Rpm 3000.....	67
Gambar 24. Data Grafik Pengujian Daya dengan Menggunakan Bahan Bakar Premium + Ethanol Pada Rpm 4000	67
Gambar 25. Data Grafik Pengujian Daya dengan Menggunakan Bahan Bakar Premium + Ethanol Pada Rpm 5000	68
Gambar 26. Data Grafik Pengujian Daya dengan Menggunakan Bahan Bakar Premium + Ethanol Pada Rpm 6000.....	68

Gambar 27. Data Grafik Pengujian Daya dengan Menggunakan Bahan Bakar Premium + Spiritus Pada Rpm 3000.....	70
Gambar 28. Data Grafik Pengujian Daya dengan Menggunakan Bahan Bakar Premium + Spiritus Pada Rpm 4000	70
Gambar 29. Data Grafik Pengujian Daya dengan Menggunakan Bahan Bakar Premium + Spiritus Pada Rpm 5000	71
Gambar 30. Data Grafik Pengujian Daya dengan Menggunakan Bahan Bakar Premium + Spiritus Pada Rpm 6000.....	71
Gambar 31. Data Grafik Pengujian Daya dengan Menggunakan Bahan Bakar Premium + Kapur barus Pada Rpm 3000	73
Gambar 32. Data Grafik Pengujian Daya dengan Menggunakan Bahan Bakar Premium + Kapur barus Pada Rpm 4000	73
Gambar 33. Data Grafik Pengujian Daya dengan Menggunakan Bahan Bakar Premium + Kapur barus Pada Rpm 5000	74
Gambar 34. Data Grafik Pengujian Daya dengan Menggunakan Bahan Bakar Premium + Kapur barus Pada Rpm 6000	74

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran 1. Surat Izin Melakukan Penelitian ke PT. Pertamina	81
Lampiran 2. Surat Izin Melakukan Penelitian di Draco Motor.....	82
Lampiran 3. Surat Telah Melakukan Penelitian di Draco Motor	83
Lampiran 4. Berita Acara dari PT. Pertamina Teluk Kabung.....	84
Lampiran 5. Test Report Premium.....	86
Lampiran 6. Test Report Peralite	87
Lampiran 7. Test Report Premium + Ethanol	88
Lampiran 8. Test Report Premium + Spiritus	89
Lampiran 9. Data Dan Grafik Pengujian Daya	90
Lampiran 10. Dokumentasi Penelitian.....	129

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Sepeda motor merupakan alat transportasi yang menggunakan bensin sebagai bahan bakar. Motor bensin adalah salah satu motor pembakaran dalam yang digunakan sebagai sumber tenaga bagi sepeda motor. Motor bensin menghasilkan tenaga dari pembakaran bahan bakar di dalam silinder, dimana dengan pembakaran bahan bakar ini akan timbul panas yang mengakibatkan pengembangan volume gas di dalam silinder. Karena gas tersebut dibatasi oleh dinding dan kepala silinder, maka volume gas akan konstan namun tekanan di dalam silinder akan naik secara signifikan. Tekanan inilah yang kemudian dimanfaatkan untuk menghasilkan tenaga dapat menggerakkan sepeda motor. Berdasarkan jenis motor yang digunakan, sepeda motor dapat digolongkan menjadi dua jenis yaitu, sepeda motor empat langkah atau empat tak dan sepeda motor dua langkah atau dua tak, dan berdasarkan sistem suplai bahan bakar digolongkan menjadi dua jenis yaitu sistem injeksi dan sistem konvensional.

Unjuk kerja mesin bensin pada sepeda motor tak bisa lepas dari jenis bahan bakar yang digunakan. Bensin atau petroleum merupakan bahan bakar minyak yang tersusun dari hidrokarbon yang digunakan sebagai bahan bakar mesin bensin. Performa bahan bakar tergantung pada komposisi campuran atau karakteristik dari bahan bakar tersebut. Kualitas pembakaran bahan bakar bensin ini dapat dilihat dari bilangan oktannya, jika bilangan oktan

bahan bakar tersebut tinggi maka efisiensi atau kualitas dari pembakaran bahan bakar akan tinggi pula dan sebaliknya jika bilangan oktan bahan bakar tersebut rendah maka efisiensi pembakarannya juga rendah, efisiensi atau kualitas dari pembakaran ini yang nantinya akan mempengaruhi unjuk kerja suatu mesin.

Di pasaran saat ini terdapat banyak pilihan jenis bahan bakar untuk mesin bensin seperti premium, pertalite dan pertamax, pertamax plus, pertamax turbo, pertamax racing. Masing-masing jenis bahan bakar bensin tersebut memiliki angka oktan yang berbeda. Angka oktan adalah angka yang menunjukkan berapa besar tekanan maksimum yang bisa diberikan di dalam mesin sebelum bensin terbakar sendiri. Pada tekanan tertentu bahan bakar akan menyala seiring adanya kenaikan tekanan di dalam silinder. Penyalaan yang diakibatkan kenaikan tekanan ini tidak dikehendaki karena dapat menyebabkan detonasi. Penyalaan yang baik pada motor bensin adalah penyalaan yang disebabkan oleh pengapian busi. Di dalam motor bakar pembakaran dalam proses pembakaran merupakan faktor yang sangat berpengaruh dan penting untuk diperhatikan. Pembakaran yang terjadi di dalam ruang bakar merupakan suatu proses yang menghasilkan panas yang nantinya digunakan untuk daya penggerak *crankshaft*. Besarnya daya yang dihasilkan dari energi panas ini tergantung dari ukuran silinder dan ruang bakar. Daya yang ditimbulkan dari pembakaran bahan bakar akan menggerakkan torak, dan kemudian akan menggerakkan semua mekanisme yang ada (Soenarta dan Furuhamu, 2002).

Daya adalah hasil kerja yang dilakukan dalam batas waktu tertentu. Pada motor, daya merupakan perkalian antara momen putar (M_p) dengan putaran mesin (n) (Hasan Maksu,dkk. 2012:15). Menurut Arends dan Berenschot (1980), pada proses pembakaran ada beberapa hal yang dapat berpengaruh terhadap hasil dari pembakaran dan ini nantinya akan mempengaruhi dari kinerja mesin. Beberapa hal yang mempengaruhi itu adalah nilai oktan, penyetelan pengapian, panas busi, perbandingan kompresi, bentuk ruang bakar penempatan busi dan saluran buang.

Pada paparan di atas peneliti tertarik untuk meneliti tentang pengaruh campuran ethanol, spiritus dan kapur barus dengan bahan bakar bensin terhadap nilai oktan bahan bakar bensin yang nantinya akan berpengaruh terhadap daya. Maka dari itu peneliti member judul penelitian ini dengan judul **“Pengaruh Campuran Ethanol, Spiritus Dan Kapur Barus Dengan Bahan Bakar Bensin Terhadap Daya Pada Motor Honda Vario”**.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas dapat diidentifikasi beberapa masalah, diantaranya adalah:

1. Premium nilai oktannya masih rendah sementara premium masih banyak dipakai oleh masyarakat.
2. Menganalisa dampak dari campuran ethanol, spiritus dan kapur barus terhadap nilai oktan bahan bakar bensin jenis premium
3. Menganalisa dampak dari campuran ethanol, spiritus dan kapur barus dengan premium terhadap daya motor

4. Menganalisa dari tiga zat additif tersebut manakah yang zat yang menghasilkan daya yang optimal.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah dan identifikasi masalah, agar penelitian ini lebih terarah dan dapat mencapai sasaran yang diinginkan, maka perlu adanya suatu pembatasan. Dalam penelitian ini peneliti akan memfokuskan pada “Perbandingan Dan Pengaruh Dari Pencampuran Ethanol, Spiritus Dan Kapur Barus Dengan Bahan Bakar Bensin Terhadap Daya Pada Motor Honda Vario”.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi dan batasan masalah, maka penulis merumuskan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:”Antara pencampuran ethanol, spiritus dan kapur barus dengan bahan bakar bensin, manakah campuran yang menghasilkan daya optimal bagi sepeda motor Honda vario”

E. Tujuan Penelitian

1. Untuk menambah ilmu pengetahuan tentang bahan – bahan kimia yang dapat meningkatkan angka oktan dari bahan bakar bensin
2. Untuk mengetahui dengan pencampuran ethanol, spiritus dan kapur barus dengan premium apakah ada peningkatan nilai oktan terhadap bahan bakar bensin.
3. Untuk mengetahui apakah ada pengaruh pencampuran ethanol, spiritus dan kapur barus dengan bahan bakar bensin terhadap daya mesin.

4. Untuk melengkapi salah satu syarat dalam menyelesaikan study strata 1 di Universitas Negri Padang

F. Manfaat Penelitian

1. Hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai sumber informasi penelitian lebih lanjut.
2. Bagi peneliti dapat dijadikan sebagai sarana menambah wawasan ilmu pengetahuan.

BAB II

KAJIAN TEORITIS

A. Motor Bensin

Motor bensin adalah salah satu motor pembakaran dalam yang digunakan sebagai sumber tenaga bagi sepeda motor, baik motor bensin empat tak maupun motor bensin dua tak. Motor bensin menghasilkan tenaga dari pembakaran bahan bakar di dalam silinder, dimana dengan pembakaran bahan bakar ini akan timbul panas yang mengakibatkan pengembangan volume gas di dalam silinder. Karena gas tersebut dibatasi oleh dinding dan kepala silinder, maka volume gas akan konstan namun tekanan di dalam silinder akan naik secara signifikan. Tekanan inilah yang kemudian dimanfaatkan untuk menghasilkan tenaga.

Dalam buku Engine Toyota Step 2 dikemukakan ada beberapa hal yang mempengaruhi kemampuan mesin atau prestasi dari suatu mesin yang erat hubungannya dengan daya mesin, sebagai berikut:

1. Volume Langkah Total

Volume langkah total dari seluruh silinder pada suatu mesin dihitung dari titik mati atas (TMA) sampai titik mati bawah (TMB). Volume langkah ini selanjutnya akan mempengaruhi volume gas yang masuk ke seluruh silinder, sedangkan gas yang masuk ini nantinya akan menghasilkan energi pembakaran setelah gas tersebut dibakar. Apabila gas yang masuk jumlahnya besar maka hasil energy pembakarannya juga akan besar, dan sebaliknya.

2. Perbandingan Kompresi

Perbandingan kompresi adalah suatu harga perbandingan yang ditentukan oleh besarnya volume langkah dan volume ruang bakar, sebagai berikut:

$$\text{Perbandingan Kompresi} = \frac{\text{Volume langkah} + \text{Volume ruang bakar}}{\text{Volume ruang bakar}}$$

Harga besaran dari perbandingan kompresi pada suatu mesin sangat bergantung kepada besarnya volume ruang bakar di mana apabila volume ruang bakar mengecil, maka harga perbandingan kompresi akan membesar dan tekanan kompresi akan membesar pula sehingga akan menaikkan tekanan pembakarannya.

Untuk motor bensin pada saat langkah kompresi, media yang dikompresi adalah campuran udara dan bensin di mana apabila tekanan kompresi sangat tinggi, maka temperatur gas dari campuran bensin dengan udara akan tinggi pula. Campuran gas ini selanjutnya akan terbakar dengan sendirinya apabila suhu kompresinya telah melampaui suhu penyalaan dari campuran gas tersebut. Selain itu juga bila suhu campuran gas yang di kompresi mendekati temperature penyalaannya, setelah terjadi percikan bunga api dari busi maka akan terjadi pembakaran yang spontan yang menyebabkan terjadinya detonasi atau letupan pada proses tersebut, ini disebut dengan pembakaran tidak sempurna.

3. Efisiensi Volumetrik dan Efisiensi Pengisian

Jumlah volume campuran udara dan bensin yang masuk ke dalam silinder pada saat langkah hisap secara teoritis sama dengan volume

langkah torak dari titik mati atas sampai titik mati bawah. Volume ini selanjutnya akan menghasilkan tenaga apabila campuran gas tersebut dibakar. Pada kenyataannya sebenarnya terdapat beberapa penyimpangan yang menyebabkan volume gas yang masuk kedalam silinder lebih kecil dari volume langkah torak. Penyimpangan tersebut disebabkan oleh beberapa factor seperti tekanan udara, temperature udara, sisa – sisa gas bekas, panjang saluran masuk dan bentuk saluran.

Besarnya volume campuran gas yang sebenarnya masuk ke dalam silinder dapat dinyatakan dalam suatu angka perbandingan antara volume campuran gas yang masuk dengan volume langkah torak dari titik mati atas sampai titik mati bawah. Angka perbandingan ini selanjutnya memperlihatkan efisiensi daripada volume campuran gas yang dapat masuk ke dalam silinder dan ini disebut dengan “efisiensi volumetrik”.

Dalam hal menentukan berat dari suatu gas haruslah ditentukan dahulu patokan dari temperatur dan tekanannya sehingga dapat diketahui perubahan dari volume menjadi berat untuk gas tersebut. Sebagai patokan telah ditetapkan suatu harga temperatur dan tekanan yang biasanya dikenal dengan “ *Standart Temperature and Pressure*” yang menetapkan temperatur standar = $t_0 = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan tekanan standar = $p_0 = 1\text{ atm} = 760\text{ mm Hg}$.

Di samping itu dengan menggunakan rumus $p.v = n.R.T$ juga dapat dilihat hubungan antara berat, volume, tekanan serta temperatur dari suatu gas. Dengan kondisi tertentu dari suatu gas juga dapat ditentukan

berat, dari gas. Tersebut di mana apabila berat gas yang masuk ke dalam silinder diperbandingkan dengan berat gas yang sebenarnya masuk ke dalam silinder dengan kondisi tertentu pula akan didapat suatu harga perbandingan yang sama dengan efisiensi volumetrik. Apabila kondisi – kondisi gas di rubah ke kondisi standar, maka baik dalam bentuk volume maupun berat dari gas diperbandingkan seperti telah diuraikan sebelumnya akan menghasilkan suatu harga perbandingan yang selanjutnya disebut Efisiensi Pengisian. Untuk jelas dapat dilihat uraian berikut:

$$\text{Efisiensi volumetrik} = \frac{\text{jumlah campuran gas pada tekanan dan temperatur sekelilingnya (p dan T)}}{\text{volume langkah}}$$

Atau:

$$\text{Efisiensi volumetrik} = \frac{\text{jumlah berat campuran gas yang dapat masuk ke dalam silinder (p dan T)}}{\text{jumlah berat campuran gas yang seharusnya masuk ke dalam silinder (sebesar volume langkahnya pada p dan T juga)}}$$

Sedangkan :

$$\text{Efisiensi volumetrik} = \frac{\text{jumlah volume campuran gas pada tekanan dan temperatur sekeliling (p dan T) dirubah ke } p_0 \text{ dan } T_0}{\text{volume langkah}}$$

Atau:

$$\text{Efisiensi volumetrik} = \frac{\text{jumlah berat campuran gas yang dapat masuk ke dalam silinder pada p dan T}}{\text{jumlah berat campuran gas yang seharusnya masuk ke dalam silinder dalam } p_0 \text{ dan } T_0}}$$

4. Efisiensi Panas

Seperti yang telah diuraikan sebelumnya bahwa motor bensin adalah suatu pesawat yang merubah energi panas menjadi energi mekanis. Dalam hal ini panas yang terjadi karena pembakaran campuran gas di dalam silinder diikuti dengan tekanan pembakaran. Selanjutnya tekanan pembakaran ini akan menekan torak hingga torak bergerak dan gerakan inilah yang merupakan gerakan mekanis dimana tenaga geraknya disebut energi mekanis.

Dalam hal merubah energi panas menjadi energi mekanis tidak semua panas dapat dirubah menjadi energy mekanis melainkan hanya sebagian saja, selebihnya energy panas tadi hilang melalui beberapa proses misalnya melalui proses pendinginan dan sebagiannya. Apabila energi panas yang diberikan yaitu pada saat terjadi pembakaran dikurangi dengan energy panas yang hilang dan selanjutnya dibandingkan dengan energi panas yang diberikan, maka perbandingan ini selanjutnya akan menunjukan daya guna dari energi panas tersebut yang biasanya disebut efisiensi panas.

Sedangkan menurut Sri Utami Handayani (2013) didalam jurnalnya yang berjudul pemanfaatan bioethanol sebagai bahan bakar, menurutnya ada beberapa hal yang mempengaruhi unjuk kerja mesin bensin, antara lain besarnya perbandingan kompresi, tingkat homogenitas campuran bahan bakar dengan udara (*Air Fuel Ratio /AFR*), dan angka oktan bensin sebagai bahan

bakar, tekanan udara masuk ruang bakar, dan lain - lain. Nilai oktan bahan bakar sangat berpengaruh terhadap efisiensi pembakaran. Jika nilai oktan bahan bakar bensin rendah atau tidak sesuai standar dari mesin maka letupan (*knocking*) sering terjadi, karena bahan bakar pada proses pembakaran tidak terbakar seluruhnya, sisa – sisa bahan bakar ini yang akan terbakar secara sendiri pada tingkat panas tertentu. Untuk menghindari knocking pada mesin yang berpotensi menurunkan daya mesin dan dapat menimbulkan kerusakan pada komponen mesin, maka harus digunakan bahan bakar yang memiliki angka oktan tinggi. Angka oktan pada bahan bakar mesin Otto menunjukkan kemampuannya menghindari terbakarnya campuran udara bahan bakar sebelum waktunya (*self ignition*) yang menimbulkan *knocking* tadi.

B. Daya

Daya motor merupakan salah satu parameter dalam menentukan performa motor. Perbandingan perhitungan daya terhadap berbagai macam motor tergantung pada putaran mesin dan momen putar motor itu sendiri, semakin cepat putaran mesin, rpm yang dihasilkan akan semakin besar sehingga daya yang dihasilkan juga semakin besar, begitu juga momen putar motornya, semakin banyak jumlah gigi pada roda giginya semakin besar torsi yang terjadi. Dengan demikian jumlah putaran (rpm) dan besarnya momen putar atau torsi mempengaruhi daya motor yang dihasilkan oleh sebuah motor. Daya adalah hasil kerja yang dilakukan dalam batas waktu tertentu. Pada motor, daya merupakan perkalian antara momen putar (M_p) dengan putaran mesin (n). (Hasan Maksu,dkk. 2012:15)

Menurut Arends dan Barenschot (1980 : 20) menyatakan bahwa “ Daya motor adalah merupakan salah satu parameter dalam menentukan perfoma motor. Pengertian dari daya yaitu besarnya kerja motor selama kurun waktu tertentu”. Untuk menghitung besarnya daya motor 4 tak digunakan rumus (Ganesan, 2003 : 595) sebagai berikut :

$$P = \frac{2\pi \cdot n \cdot T}{60000} (kW) \dots\dots\dots \text{Pers (1)}$$

Ket:

P = Daya (kW)

n = Putaran mesin (rpm)

T = Torsi mesin (Nm)

Wiratmaja (2010:21) menyatakan “Daya didefinisikan sebagai hasil dari kerja, atau dengan kata lain daya merupakan kerja atau energi yang dihasilkan mesin per satuan waktu mesin itu beroperasi”.

Gilles (2011: 365) menjelaskan,

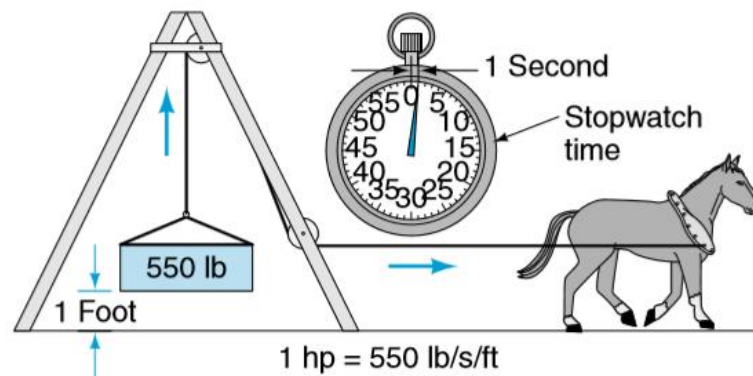
“Horsepower is the measurement of an engine’s ability to perform work. James Watt described 1 horsepower as 33,000 foot-pounds of work per minute or the amount of power described by a horse pulling a weight of 330 pounds across a distance of 100 feet in 1 minute. One horsepower is the amount of work required to lift 550 pounds 1 foot in 1 second”

1 daya kuda= 33.000 lbs kerja per menit (kuda menarik 330 lb di jarak 100 f dalam 1 menit) = 550 lb/f/s. Berikut konversi satuan daya :

1 HP = 1.014 Ps = 0.746 kW

1 Ps = 0.986 HP = 0.735 kW

$$1 \text{ kW} = 1.341 \text{ HP} = 1.359 \text{ Ps}$$



Gambar 1. Penghitungan 1 Daya Kuda
(Sumber: Gilles, 2011: 365)

Berdasarkan kutipan diatas maka dapat disimpulkan bahwa daya adalah pengukuran suatu kerja mesin terhadap waktu yang tergantung kepada torsi dan putaran mesin, dengan satuan *horsepower* (HP), satuan Ps (*pferdestarke*) biasa digunakan pada daya sepeda motor. Pada penelitian ini hasil pengukuran daya menggunakan satuan HP (*horsepower*), untuk membandingkan dengan spesifikasi standar pabrikan objek penelitian berupa Ps (*pferdestarke*) maka dapat digunakan konversi satuan seperti dijelaskan diatas.

menurut Najamudin (2014: 3) “Ada 2 macam daya yang dihasilkan motor bakar yaitu daya Indikator dan daya efektif.”

a. Daya indikator adalah daya yang dihasilkan dari pembakaran gas di dalam silinder. Daya Indikator dapat dicari dengan rumus sebagai berikut:

$$Ni = Pi \times VL \times n \times z \times a \times \frac{1}{60 \times 100 \times 75} (Ps) \quad \text{① } 1Ps = 75 \text{ kg.m/s}$$

$$Ni = \frac{(Pi \times VL \times n \times z \times a)}{450000} \text{ (Ps)} \quad \dots \text{Najamudin (2014: 3)}$$

Pi = Tekanan indikator rata-rata (kg/cm²)

z = jumlah silinder

VL = Volume Langkah (cm³)

n = Putaran (rpm)

a = Siklus per putaran (Untuk 2 tak a = 1, untuk 4 tak a = 1/2)

- b. Daya efektif adalah daya yang dihasilkan mesin untuk menggerakkan poros. Daya efektif poros tersebut dapat dihitung yaitu dengan rumus:

Daya efektif = Momen Torsi x Kecepatan sudut

Atau

$$Ne = T \times \omega \quad \dots \text{Najamudin (2014: 3-4)}$$

Ne = Daya efektif (Ps)

T = Momen Torsi (Kg.m)

ω = Kecepatan sudut

$$= 2n / 60$$

n = Putaran Poros (rpm)

Pengukuran daya pada penelitian ini menggunakan dynamometer sasis sepeda motor. Berdasarkan Gilles (2011: 366-367) “A chassis dynamometer measures horsepower available at the vehicle’s drive wheels. This is called road horsepower. It is always less than brake horsepower because of friction losses through the driveline”. Pengukuran pada

dynamometer sasis dilakukan melalui roda kendaraan, dengan hasil pengukuran selalu lebih kecil dari daya efektif karena daya yang hilang karena kerugian gesek. Hasil pengukuran daya penelitian ini berupa HP, untuk membandingkan dengan spesifikasi standar pabrikan objek penelitian berupa Ps maka dapat digunakan konversi satuan seperti dijelaskan diatas.

C. Minyak Bumi

Minyak bumi atau *Petroleum* adalah merupakan bahan minyak hasil tambang yang diperoleh dari perut bumi, sifat umum dari bahan hasil tambang ini adalah mudah terbakar yang terjadi karena pelapukan makhluk hidup yang telah mati. Minyak bumi adalah cairan kental, berwarna cokelat gelap atau kehijauan dan mudah terbakar, yang berada di lapisan atas dari beberapa area di kerak bumi. Minyak bumi merupakan campuran kompleks dari senyawa hidrokarbon dan senyawa organik dari *sulfur*, oksigen, nitrogen dan senyawa yang mengandung logam.

Menurut ASTM (*The American Society For Testing Materials*) minyak bumi merupakan campuran senyawa alam yang sebagian besar terdiri dari jenis atom karbon (C) = 83 – 87% berat dan hydrogen (H) = 11 – 14% berat, sedangkan senyawa tercampur yang lainnya disebut *impurities* terdapat dalam jumlah sedikit. Minyak bumi yang masih tercampur secara kompleks antara senyawa hidrokarbon dengan senyawa organik perlu dilakukan pemisahan dengan proses destilasi, yaitu proses destilasi dengan cara pemisahan campuran berdasarkan perbedaan titik didih.

D. Bahan Bakar Bensin

Bahan bakar bensin (biasa disebut *gasoline* di Amerika Serikat dan Kanada) berbentuk cairan putih bening dengan trayek didih antara 100 – 460 °F atau 38 – 238 °C. Bahan bakar bensin adalah jenis dari bahan bakar minyak (BBM) yang merupakan sebuah produk perusahaan minyak yang diperoleh dari pemurnian Nephta melalui proses penyulingan (destilasi) minyak bumi yang komposisinya dapat digunakan sebagai bahan bakar. Yang dimaksud nephta ialah semua minyak ringan (*light oil*) yang mempunyai sifat antara bensin dan kerosine. Dalam pemakaiannya, mutu dan kualitas bahan bakar sangat penting, karena mutu bahan bakar ini sangat berpengaruh terhadap fermoma mesin. Suatu bahan bakar biasanya mempunyai persyaratan mutu serta sifat – sifat tertentu yang dibuat untuk tujuan pemakaian pada suatu mesin tertentu. Sifat – sifat persyaratan mutu bahan bakar ini biasanya dinyatakan dalam spesifikasi bahan bakar. Spesifikasi bahan bakar adalah batasan minimum dan maksimum dari sifat – sifat tertentu bahan bakar yang di uji dengan menggunakan metode standar dan peralatan tertentu. Adanya metode standar dan peralatan ini penting dalam pengujian bahan bakar agar data hasil pengujian bahan bakar sama, meskipun orang atau instansi yang menguji bahan bakar berbeda.

Adapun metode standar yang digunakan dalam pengujian bahan bakar distandarisasikan oleh:

1. ASTM (*The American Society for Testing and Materials*), metode standar yang dipakai oleh PT. Pertamina

2. I.P (*Institute of Petroleum*)

3. SMS (*Shell Petroleum Series*)

4. API (*American Petroleum Institute*)

Setiap perusahaan minyak mengeluarkan berbagai produk bahan bakar bensin dengan mutu dan spesifikasi yang berbeda – beda. Hal yang paling diperhatikan dalam setiap jenis bahan bakar bensin adalah nilai oktan dan kemudahan penguapan bahan bakar bensin tersebut, adapun pengolongan bahan bakar berdasarkan nilai oktannya sebagai berikut:

Tabel 2.1. Nama – nama bahan bakar bensin yang dipasarkan di Indonesia

Nama	Nilai Oktan	Produk
Premium	88	Pertamina
Pertamax	92	Pertamina
Pertamax Plus	95	Pertamina
Pertamax Racing	100	Pertamina
Primax 92	92	Petronas
Primax 95	95	Petronas
Super 92	92	Shell
Super Extra 95	95	Shell
Performance 92	92	Total
Performance 95	95	Total

(sumber : E-Book Universitas Sumatera Utara)

Berikut cara pengujian spesifikasi dan karakteristik bahan bakar oleh PT. Pertamina dengan menggunakan metode standar ASTM (*The American Society for Testing and Materials*) dengan langkah sebagai berikut:

1. Pengukuran *Density* (Berat Jenis)

Dalam pengukuran berat jenis (*density*) bahan bakar bensin temperatur bahan bakar sangat diperhatikan, karena pengukuran berat jenis bahan bakar bensin sangat dipengaruhi oleh temperatur. setiap bahan bakar bensin yang baru masuk ke kilang minyak dilakukan pengukuran berat jenis bensin dilakukan dua kali yaitu pada waktu pagi hari sekitar jam 8 – 9 dan siang hari sekitar jam 12 – 2. Data hasil pengukuran berat jenis setiap kali pengujian bahan bakar bensin (data observasi), untuk mendapatkan hasil sesuai standar ASTM, maka data hasil pengujian atau data observasi tersebut dikonversikan ke pengukuran berat jenis pada temperatur 15 °C, yang diberi nama *Density* 15°C. Dalam pengonversian data pengujian berat jenis bahan bakar bensin (data observasi), tidak perlu dilakukan perhitungan teoritisnya, karena seluruh data hasil observasi telah dikonversikan oleh Pertamina pusat dan hasil konversi tersebut telah ditabulasikan yang diberi nama Tabel 53. Sehingga hasil pengonversian data observasi tersebut dapat dilihat di dalam Tabel 53.

Adapun limit berat jenis bahan bakar bensin pada temperatur 15 °C atau *density* 15 °C pada metode ASTM adalah antara 715 kg/m³ – 770 kg/m³. Jika, data hasil observasi yang telah dikonversikan ke *density* 15 °C mendapatkan hasil antara sesuai dengan standar ASTM maka bahan bakar bensin tersebut dapat dipasarkan, dan apabila data hasil konversi yang didapat lebih rendah ataupun lebih tinggi dari standar ASTM maka

bahan bakar bensin tersebut tidak dapat dipasarkan karena bahan bakar bensin tersebut telah tercampur dengan zat additif lain ataupun dengan zat lain.

Adapun alat – alat yang digunakan untuk pengujian berat jenis bahan bakar bensin:

- a. Gelas Ukur 1000 ml



Gambar 2. Gelas Ukur 1000 ml
(Sumber: dokumentasi pribadi)

- b. Hydro Meter



Gambar 3. Hydro Meter
(Sumber: dokumentasi pribadi)

c. Thermo Meter



Gambar 4. Thermometer
(Sumber: dokumentasi pribadi)

Cara pengukuran berat jenis bahan bakar bensin :

- a. Masukkan 1 liter bahan bakar bensin ke dalam gelas ukur 1000 ml
- b. Ukur temperatur bahan bakar bensin dengan menggunakan thermometer. Dengan cara mengaduk bahan bakar bensin dengan menggunakan thermometer, tujuan agar pembacaan temperatur merata dan akurat
- c. Setelah didapat temperatur bahan bakar bensin, Kemudian lakukan pengukuran berat jenis bahan bakar bensin dengan menggunakan hydrometer. Dengan cara memasukan hydrometer ke dalam gelas ukur yang berisi bahan bakar bensin
- d. Data yang di dapat dari pengujian berat jenis diatas adalah data observasi. Kemudian data observasi tersebut di konversikan ke *density at 15 °C* yang hasil konversi dapat dilihat pada table 53.

2. Distillation ASTM D 86 – 08a

Uji Distilasi ASTM D 86 merupakan salah satu dari beberapa pengujian yang dilakukan oleh Laboratorium Minyak Bumi, dimana dalam melakukan pengujian Distilasi ASTM D 86 untuk produk minyak

seperti Bensin, Kerosine, Nafta dan Solar dilakukan dalam waktu yang cukup lama, yaitu kurang lebih 1,5 jam (dihitung mulai dari persiapan sample uji sampai dengan tercatatnya hasil uji sementara). Distilasi adalah suatu proses pemisahan secara fisis berdasarkan besar dan kecilnya titik didih dari suatu campuran zat cair. Dalam pengujian bahan bakar bensin oleh PT. Pertamina proses Distilasi dilakukan bertujuan penentuan sifat fisik produk produk minyak bumi berdasarkan perbedaan *trayek titik didih* dari masing masing produk.

Pada prinsipnya proses distilasi ini terdiri dari proses penguapan dan proses pengembunan. Proses penguapan adalah proses pemanasan bahan bakar hingga menjadi uap sedang proses pengembunan adalah proses menjadikan uap tersebut menjadi cair kembali. Pada metode standar ASTM 86 - 08a banyaknya sampel uji yang diperlukan adalah sebanyak 100 cc, prinsip kerja dari proses destilasi yaitu dengan cara memanaskan bahan bakar uji, sehingga bahan bakar tersebut akan menguap, uap tersebut akan dialirkan dan dikondensasikan di kondensor, dengan cara mendinginkan uap bahan bakar uji tersebut, uap yang didinginkan akan berubah menjadi cair kembali, setiap 10 cc bahan bakar hasil kondensasi tersebut dilaporkan dengan nama 10 *recovery*. Proses pemanasan dilakukan sampai temperatur akhir (*end point*) 215 °C, pada proses pemanasan tersebut bahan bakar uji tidak seluruhnya menguap, ada komposisi dari bahan bakar tersebut yang tidak menguap pada temperature akhir pengujian yaitu berupa *residue*.

3. Pengukuran Reid Vapour Pressure (RPV)

Reid Vapour Pressure (RVP) adalah tekanan uap bahan bakar pada 100 °F atau 37,8 °C dalam ukuran absolut (*absolute vapour Pressure*). Semakin tinggi tekanan RPV bahan bakar, menunjukkan bahwa bahan bakar bensin tersebut semakin mudah menguap. Adapun limit RVP bahan bakar bensin produk Pertamina adalah 45 kPa – 69 kPa pada temperatur 37.8 °C. alat yang digunakan dalam mengukur tekanan uap bahan bakar bensin adalah *RVP Analyzer*, yaitu mesin bersilinder tunggal yang menaikkan suhu bahan bakar sampai 100 °F atau 37,8 °C dengan cara memberikan tekanan pada bahan bakar.

Adapun alat – alat yang digunakan dalam pengukuran RPV bahan bakar bensin yaitu:

a. *Reid Vapour Pressure (RVP) Analyzer*



Gambar 5. *Reid Vapour Pressure (RVP) Analyzer*
(Sumber: dokumentasi pribadi)

b. Lemari es

c. Tabung tempat bahan bakar

Prosedur pengukuran tekanan uap bahan bakar bensin sebagai berikut:

- a. Masukkan sampel bahan bakar bensin sebanyak 1 liter kedalam wadah tabung
- b. Dinginkan bahan bakar bensin tersebut sampai temperatur bahan bakar menjadi 0 °C.
- c. Pasang tabung yang berisi sampel bahan bakar pada mekanisme RVP *analyzer*, dan nyalakan mesin RVP *analyzer*.
- d. Nyalakan proses pembilasan pada RVP *analyzer*, agar sisa sampel pengujian sebelum yang masih berada di dalam mesin RVP *analyzer* terbuang. Lakukan proses pembilasan sampai 3 kali.
- e. Kemudian lakukan pengujian tekanan uap.

4. Sulfur Content

Sulfur content yaitu proses pengecekan kandungan sulfur atau belerang pada bahan bakar. Maksimal kandungan sulfur pada bahan bakar jenis bensin pada standar ASTM adalah 0.05 % per volume bahan bakar bensin, adapun alat yang digunakan untuk pengukuran kandungan sulfur pada bahan bakar adalah *Sulfur Content Analyzer*.



Gambar 6. *Sulfur Content Analyzer*
(Sumber: dokumentasi pribadi)

5. Doctor Test

Doctor test adalah pengujian secara kualitatif, tentang kemungkinan adanya senyawa-senyawa belerang didalam contoh yang diuji, Senyawa belerang tersebut dalam bentuk merkaptan. Dimana pada metode standar uji yang digunakan adalah ASTM-D-3227 dan metode uji Doctor Test IP – 30. Pada metode uji Doctor Test IP – 30 dilakukan secara kualitatif dengan penambahan larutan Na_2PbO_2 dan free sulfur . sedangkang pada metode ASTM-D-3227 dilakukan secara kuantitatif yaitu dengan titrasi potensiometri yang menggunakan larutan standart AgNO_3 0,010 N. Prinsip pengujian *doctor test* yaitu dengan mencampurkan contoh sebanyak 10cc bahan bakar yang diuji dengan menambahkan 5cc larutan doctor. Blending selama 15 detik, dan amati hasilnya. Bila nampak warna coklat seperti endapan, berarti contoh mengandung merkaptan dan laporkan Doctor test Positif. Jika selama 2 menit tidak ada reaksi apa-apa (belerang tetap berupa belerang), maka laporkan Doctor Test Negatif.

6. Colour (Pengecekan warna)

Pengecekan warna bahan bakar bensin dilakukan secara visual, jika warna besin tersebut kurang jelas maka ditambah additive pewarna. Pada dasarnya semua jenis bensin warnanya adalah putih bening, berapapun nilai oktan bensin tersebut warna dasarnya tetap putih bening. karena produk bensin pada Pertamina memiliki oktan yang bervariasi,

maka setiap jenis produk diberi warna yang berbeda pada nilai oktan tertentu.

7. Appearance

Appearance yaitu pengecekan bentuk fisik dari produk bensin. Pengecekan dilakukan secara visual dengan standar bentuk fisik yaitu jernih dan terang.

8. Pengukuran Nilai RON

Pengukuran nilai RON menggunakan mesin CFR (*Cooperative Fuel Riset*). CFR – Engine adalah sebuah mesin bersilinder tunggal dimana perbandingan kompresinya dapat divariasikan atau diubah – ubah antara 3:1 sampai 30:1.



Gambar 7. CFR – Engine Portable
(Sumber: dokumentasi pribadi)

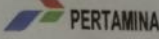
Adapun contoh hasil pengujian spesifikasi bahan bakar dari produsen pertamina, sebagai berikut:

1. Premium (RON 88)

Premium adalah bahan bakar minyak jenis distilat berwarna kuning jernih. Warna tersebut akibat adanya zat pewarna tambahan (*dye*).

Umumnya, premium digunakan untuk bahan bakar kendaraan bermesin *gasoline* seperti mobil, sepeda motor dan motor tempel. Bahan bakar ini sering juga disebut *motor gasoline* atau *petrol*.

PT. PERTAMINA (PERSERO)
TERMINAL BBM TELUK KABUNG
 Jl. Padang-Painan km.24 Teluk Kabung, Padang 25241
 Phone: (0751) 751001-751003 Ext. 1208, Fax: (0751) 751673



TEST REPORT

Product : GASOLINE/PREMIUM
 Shore Tank No. :
 Date of Sampling : 08 Juni 2017
 Date of Test : 08 Juni 2017
 Type of Sample :
 Test Report No. :

No	PROPERTIES	METHOD	LIMIT	RESULT
1	Density at 15 °C kg/m³	ASTM D 1298-99	715 - 770	719.8
2	Distillation :	ASTM D 86-08a		
	IBP °C		Report	38
	10% Recovery, °C		Mak. 74	50
	50% Recovery, °C		75 - 125	77
	90% Recovery, °C		Mak. 180	163
	End Point °C		Mak. 215	201
	Residue, %vol		Mak. 2.0	1.0
3	Reid Vapour Pressure, kPa	ASTM D 323-08	45 - 69	66.7
4	Sulfur Content *) % Mass	ASTM D 4249-08a	Max 0.05	0.0024
5	Doctor Test *)	IP - 30	Negative	Negative
6	Sulphur Mercaptan *) % Mass	ASTM D 3227	Max 0.002	0.0003
7	Colour *)	Visual	Yellow	Yellow
8	Appearance *)	Visual	Clear & Bright	Clear & Bright
9	Research Octane Number (RON)	ASTM D 2699-08	88.0	88
	Sampling Method	ASTM D 4057-06		

Note : *) karakteristik Premium standart Pertamina

Teluk Kabung, 19 Juni 2017
 Terminal BBM Teluk Kabung
 Ast. QQ/Laboratorium

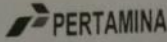
Yogi Harsaputra

Gambar 8. Test Report Premium
 (Sumber: dokumentasi pribadi)

2. Peralite (RON 90)

Peralite adalah bahan bakar minyak jenis distilat berwarna hijau gelap. Pengeluaran produk peralite ini salah satu upaya Pertamina dalam meningkatkan kualitas bahan bakar dengan harga yang cukup terjangkau bagi masyarakat.

PT. PERTAMINA (PERSERO)
TERMINAL BBM TELUK KABUNG
 Jl. Padang-Painan km.24 Teluk Kabung, Padang 25241
 Phone: (0751) 751001-751003 Ext. 1208, Fax: (0751) 751673



TEST REPORT

Product : PERTALITE
 Terminal BBM : Teluk Kabung
 Date of Sampling :
 Tank No. :
 Type of Sample :

No	PROPERTIES	METHOD	LIMIT	RESULT
1	Density at 15 °C kg/m ³	ASTM D 1298-99	715 - 770	731.2
2	Distillation :	ASTM D 86-08a		
	IBP °C		Report	39
	10% Recovery, °C		Mak. 74	57
	50% Recovery, °C		88 - 125	93
	90% Recovery, °C		Mak. 180	170
	End Point °C		Mak. 215	210
	Residue, %vol		Mak. 2.0	1.0
3	Reid Vapour Pressure, kPa	ASTM D 323-08	45 - 69	61.6
4	Colour	Visual	Green	Green
5	Sulfur Content % Mass	ASTM D 4294-08a	Max 0.05	0.0022
6	Doctor Test	IP - 30	Negative	Negative
7	Appearance	Visual	Clear & Bright	Clear & Bright
8	Research Octane Number (RON)	ASTM D 2699-08	Min 90.0	90.3
	Sampling Method	ASTM D 4057-06		

Note : *) karakteristik Pertalite standart Pertamina

Teluk Kabung, 19 Juni 2017
 Ast. QQ/Laboratorium

Yogi Harsaputra

Gambar 9. Test Report Pertalite
 (Sumber: dokumentasi pribadi)

Dari berbagai jenis pilihan bahan bakar bensin dengan spesifikasi bahan bakar bensin yang berbeda, membuat konsumen harus memilih dan mempertimbangkan dalam pemakaian bahan bakar bensin. Karena kesalahan pemakaian bahan bakar yang tidak sesuai dengan standar mesin akan mengakibatkan *knocking* atau *detonation* atau letupan dalam proses pembakaran bahan bakar, hal ini akan mempercepat terjadinya kerusakan

pada mesin. Pada penelitian ini jenis bahan bakar bensin yang digunakan sebagai bahan penelitian adalah premium

E. Bilangan Oktan (Octane Number)

Bilangan oktan adalah angka yang menunjukkan seberapa besar kemampuan bahan bakar bensin untuk menghindari knocking (letupan). Di dalam mesin, campuran udara dan bensin (dalam bentuk gas) ditekan oleh piston sampai dengan volume yang sangat kecil dan kemudian dibakar oleh percikan api yang dihasilkan busi. Karena besarnya tekanan dan temperature yang tinggi sehingga campuran udara dan bensin juga bisa terbakar secara spontan sebelum percikan api dari busi keluar. Jika campuran gas ini terbakar karena tekanan yang tinggi, bukan karena percikan api dari busi, maka akan terjadi *knocking* atau ketukan di dalam mesin. Knocking sangat berpengaruh terhadap perfoma mesin dan knocking menyebabkan mesin cepat rusak, sehingga sebisa mungkin harus kita hindari, artinya perfoma mesin sangat dipengaruhi oleh kualitas pembakaran dan kualitas pembakaran dipengaruhi oleh nilai oktan bahan bakar, jika bilangan oktan bahan bakar tersebut tinggi maka efesiensi atau kualitas dari pembakaran bahan bakar akan tinggi pula, dan sebaliknya jika bilangan oktan bahan bakar tersebut rendah maka efesiensi pembakarannya juga rendah.

Nama oktan berasal dari oktana (C₈), karena dari seluruh molekul penyusun bensin, oktana yang memiliki sifat kompresi paling bagus. Oktana dapat dikompres sampai volume kecil tanpa mengalami pembakaran spontan,

tidak seperti yang terjadi pada heptana, misalnya, yang dapat terbakar spontan meskipun baru ditekan sedikit.

Bensin dengan bilangan oktan 88, berarti bensin tersebut terdiri dari 88% oktana dan 12% heptana (atau campuran molekul lainnya). Bensin ini akan terbakar secara spontan pada angka tingkat kompresi tertentu yang diberikan, sehingga hanya diperuntukkan untuk mesin kendaraan yang memiliki ratio kompresi yang tidak melebihi angka tersebut. Umumnya skala oktan di dunia adalah *Research Octane Number (RON)*. RON ditentukan dengan mengisi bahan bakar ke dalam mesin uji dengan rasio kompresi variabel dengan kondisi yang teratur.

Angka oktan bisa ditingkatkan dengan menambahkan zat aditif bensin. Menambahkan *tetra ethyl lead* (TEL, $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$) pada bahan bakar bensin akan meningkatkan bilangan oktan bensin tersebut, sehingga bensin "murah" dapat digunakan dan aman untuk mesin dengan menambahkan timbal ini. Untuk mengubah Pb dari bentuk padat menjadi gas pada bensin yang mengandung TEL dibutuhkan etilen bromida ($\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}$). Celaknya, lapisan tipis timbal terbentuk pada atmosfer dan membahayakan makhluk hidup, termasuk manusia. Di negara-negara maju, timbal sudah dilarang untuk dipakai sebagai bahan campuran bensin. (toyota step 2, 2-1)

F. Ethanol (Etil Alkohol)

Ethanol atau *etil alcohol* ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) sering disebut dengan *grain alcohol* atau *alcohol*. Ethanol merupakan cairan tak berwarna, mudah menguap dan mempunyai bau yang khas. Berat jenisnya adalah 0,7939 g/mL,

dan titik didihnya 78,3 °C pada tekanan 766 mmHg. Sifat lainnya adalah larut dalam air dan eter serta mempunyai kalor pembakaran 7093,72 kkal. Ethanol banyak digunakan dalam berbagai industri seperti sebagai bahan baku industri turuna alcohol, sebagai campuran minuman keras, sebagai bahan baku industri farmasi dan kosmetik dan lain sebagainya. Pada industri otomotif, ethanol digunakan sebagai campuran bahan bakar kendaraan untuk meningkatkan angka oktan bahan bakar, campuran bahan bakar kendaraan jenis bensin/gasoline dan ethanol disebut dengan gasohol

Ethanol merupakan senyawa oksigenat yang mempunyai satu molekul OH dalam susunan molekulnya. Adanya oksigen *inheren* dalam ethanol yang bersifat *inert*, membantu proses pembakaran dalam silinder karena dapat meningkatkan atomisasi ion campuran udara dan bahan bakar (*droplet*) tersebut. Dari karakteristik tersebut berimplikasi pada rendahnya emisi CO karena adanya penambahan molekul oksigen yang selanjutnya emisi akan lebih banyak menghasilkan CO₂ yang dapat digunakan sebagai pernafasan tumbuhan. Ethanol mengandung senyawa oksigen terlarut sebesar 35% tiap volume. Dengan campuran 10% ethanol dan premium mengandung oksigen 3,5%. (Bambang Sulistiyo, dkk. 2009:196-197).

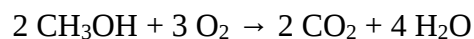
G. Methanol (Spiritus)

Metanol adalah salah satu jenis bahan bakar alternatif untuk mesin pembakaran dalam dan beberapa jenis mesin lainnya. Metanol dapat digunakan dengan mencampurkannya dengan bensin atau dipakai sendirian (metanol murni). Di Amerika Serikat, bahan bakar metanol mendapatkan

perhatian yang lebih kecil daripada bahan bakar etanol, karena dukungan untuk etanol yang dibuat dari jagung bisa memunculkan beberapa keuntungan politik. Secara umum, etanol juga lebih tidak beracun dan memiliki kandungan energi yang lebih tinggi, meskipun sebenarnya metanol lebih murah untuk diproduksi dan membutuhkan dana lebih sedikit untuk mengurangi emisi karbonnya. Meskipun begitu, untuk mengoptimalkan performa mesin, kesediaan bahan bakar, keuntungan politis dan kesehatan, campuran dari etanol, metanol, dan bensin sebaiknya digunakan bersamaan daripada hanya menggunakan ketiga jenis bahan bakar ini secara terpisah. Metanol dapat dibuat dari fosil atau sumber energi terbarukan lainnya.

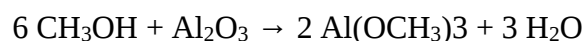
Metanol, juga dikenal sebagai metil alkohol, wood alcohol atau spiritus, adalah senyawa kimia dengan rumus kimia CH_3OH . Ia merupakan bentuk alkohol paling sederhana. Pada "keadaan atmosfer" ia berbentuk cairan yang ringan, mudah menguap, tidak berwarna, mudah terbakar, dan beracun dengan bau yang khas (berbau lebih ringan daripada etanol). metanol digunakan sebagai bahan pendingin anti beku, pelarut, bahan bakar dan sebagai bahan additif bagi etanol industri.

Metanol diproduksi secara alami oleh metabolisme anaerobik oleh bakteri. Hasil proses tersebut adalah uap metanol (dalam jumlah kecil) di udara. Setelah beberapa hari, uap metanol tersebut akan teroksidasi oleh oksigen dengan bantuan sinar matahari menjadi karbon dioksida dan air. Reaksi kimia metanol yang terbakar di udara dan membentuk karbon dioksida dan air adalah sebagai berikut:



Api dari metanol biasanya tidak berwarna. Oleh karena itu, kita harus berhati-hati bila berada dekat metanol yang terbakar untuk mencegah cedera akibat api yang tak terlihat. Karena sifatnya yang beracun, metanol sering digunakan sebagai bahan additif bagi pembuatan alkohol untuk penggunaan industri. Penambahan "racun" ini akan menghindarkan industri dari pajak yang dapat dikenakan karena etanol merupakan bahan utama untuk minuman keras (minuman beralkohol). Metanol kadang juga disebut sebagai wood alcohol karena ia dahulu merupakan produk samping dari distilasi kayu. Saat ini metanol dihasilkan melalui proses multi tahap. Secara singkat, gas alam dan uap air dibakar dalam tungku untuk membentuk gas hidrogen dan karbon monoksida, kemudian gas hidrogen dan karbon monoksida ini bereaksi dalam tekanan tinggi dengan bantuan katalis untuk menghasilkan metanol. Tahap pembentukannya adalah endotermik dan tahap sintesisnya adalah eksotermik.

Metanol digunakan secara terbatas dalam mesin pembakaran dalam, dikarenakan metanol tidak mudah terbakar dibandingkan dengan bensin. Metanol juga digunakan sebagai campuran utama untuk bahan bakar model radio kontrol, jalur kontrol, dan pesawat model. Salah satu kelemahan metanol jika digunakan dalam konsentrasi tinggi adalah sifat korosif terhadap beberapa logam, termasuk aluminium. Metanol, meskipun merupakan asam lemah, menyerang lapisan oksida yang biasanya melindungi aluminium dari korosi:



Ketika diproduksi dari kayu atau bahan organik lainnya, metanol organik tersebut merupakan bahan bakar terbarui yang dapat menggantikan hidrokarbon. Namun mobil modern pun masih tidak bisa menggunakan BA 100 (100% bioalkohol) sebagai bahan bakar tanpa modifikasi. Metanol juga digunakan sebagai pelarut dan sebagai antibeku, dan fluida pencuci kaca depan mobil (E-Book Universitas Sumatera Utara).

H. Champor (Kapur Barus)

Kapur Barus atau naphthalene memiliki rumus kimia $C_{10}H_{16}O$ Kapur barus atau *naphthalene* merupakan hidrokarbon aromatik, yang memiliki nilai oktan lebih tinggi daripada gasoline atau bensin. Jika terbakar, kapur barus dapat memproduksi emisi yang bersifat karsinogenik dan beracun. Bensin dan kapur barus keduanya adalah bahan hidrokarbon, kapur barus memiliki kadar oktan lebih tinggi dari pada bensin apabila bensin dicampur dengan kapur barus maka kapur barus dapat meningkatkan nilai oktan bahan bakar bensin. (Rahardjo Tirtoatmodjo, 2000:97)

Kualitas oktan camphor yang tinggi menunjukkan kemampuan yang bagus dalam menghambat terjadinya knocking pada engine. Hal ini ditunjukkan dengan temperatur auto ignition camphor lebih tinggi dua kali lipat dari bensin premium dengan temperatur auto ignition 2570C, hal ini berarti camphor mampu dipanaskan hingga temperatur yang lebih tinggi. Bila terjadi campuran bensin premium dan camphor dimungkinkan untuk menggunakan engine dengan rasio kompresi yang lebih tinggi dibanding

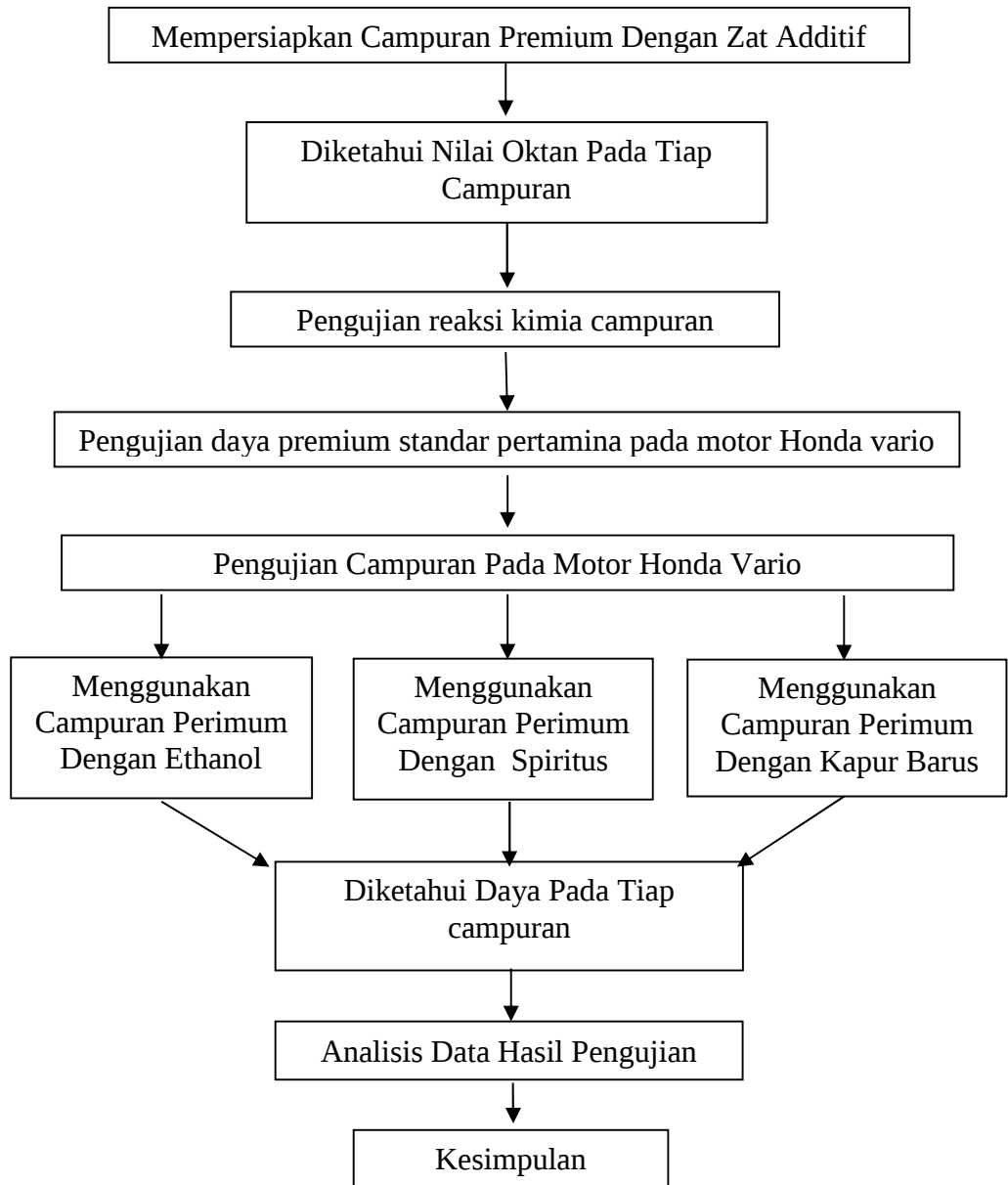
bahan bensin premium saja, sehingga akan dapat memperbaiki efisiensi thermal dan meningkatkan daya mesin. (Masruki Kabib, 2009)

I. Penelitian Yang Relevan

Untuk mendukung penelitian yang dilakukan, penulis mengambil kesimpulan dari beberapa penelitian yang relevan :

1. Penelitian Bambang Sulistiyo, dkk (2009), dengan penelitian yang berjudul “ Pemanfaatan Etanol Sebagai Octane Improver Bahan Bakar Bensin Pada Sistem Bahan Bakar Injeksi Sepeda Motor 4 Langkah 1 Silinder”.
2. Penelitian Masruki Kabib (2009), dengan judul penelitian “Pengaruh Pemakaian Campuran Premium Dengan Champhor Terhadap Performasi Dan Emisi Gas Buang Mesin Bensin Toyota Kijang Seri 4k”.

J. Kerangka Konseptual



K. Hipotesis

Sesuai dengan kajian teori dan penelitian relevan, maka hipotesis dalam penelitian ini adalah, terdapat peningkatan daya terhadap pencampuran ethanol, spiritus dan kapur barus dengan bahan bakar bensin jenis premium pada sepeda motor Honda Vario.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data penelitian pada bab sebelumnya dapat disimpulkan bahwa:

1. Ketiga zat additif (Ethanol, Spiritus,) dapat meningkatkan nilai oktan bahan bakar.
2. Dalam pengujian daya campuran premium dengan tiga zat additif tersebut didapat data, campuran 5% Premium dengan spiritus adalah campuran yang menghasilkan daya yang paling optimal bagi motor dengan rasio kompresi 10,7 : 1

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, saran yang dapat disampaikan yaitu:

1. Bagi pembaca, diharapkan dapat menggunakan penelitian ini sebagai dasar/ referensi untuk penelitian lanjutan mengenai daya mesin.
2. Bagi mahasiswa, perlu lebih giat dalam meningkatkan lagi kemauan, kemampuan serta keseriusan untuk mencari ilmu pengetahuan yang dapat mendukung bidang yang ditekuni, mengingat perkembangan teknologi yang makin pesat, terutama di bidang Otomotif.

DAFTAR PUSTAKA

- Arends, Berenschot. 1980. *Motor Bensin*. Jakarta: Rineka Cipta.
- E – Book Jurnal Universitas Sumatera Utara.
- Ganesan. 2003. *Internal Combustion Engines*. USA : Mc Graw Hill.
- Handayani, Sri Utami. Jurnal Pemanfaatan Bio Ethanol Sebagai Bahan Bakar Pengganti Bensin. Universitas Diponegoro.
- Hasan Maksum,dkk. 2012. *Motor Bakar*. Padang : UNP Press.
- Kabib, Masruki. 2009. *Pengaruh Pemakaian Campuran Premium Dengan Champhor Terhadap Performasi Dan Emisi Gas Buang Mesin Bensin Toyota Kijang Seri 4k*. Kudus : Universitas Muria Kudus.
- Novandy, Arlucky. 2012. *Korelasi Angka Oktan dan Nilai Kalor Bensin*. Jakarta; Pusdiklat Migas Jakarta
- Novandy, Arlucky. 2012. *Evaluasi Hasil Analisis Bensin dengan Menggunakan Metode ASTM D 86 dan ASTM D 734*. Jakarta; Pusdiklat Migas Jakarta
- Soenarta, N. dan Furuahara, S. 1995. *Motor Serba*.
- Sulistiyo, Bambang. dkk. 2009. *Pemanfaatan Ethanol Sebagai Octane Improver Bahan Bakar Bensin Pada Sistem Bahan Bakar Injeksi Sepeda Motor 4 Langkah 1 Silinder*. Yogyakarta : Universitas Gajah Mada.
- Surono, Untoro Budi. dkk. 2013. *Pengaruh Jenis Bahan Bakar Terhadap Unjuk Kerja Sepeda Motor Sistem Injeksi Dan Karburator*. Yogyakarta : Universitas Janabadra.