

TUGAS AKHIR

PENGARUH CAMPURAN BIOETANOL BERBAHAN DASAR KULIT PISANG TERHADAP KUALITAS PERTALITE PADA UNJUK KERJA MOTOR BAKAR

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelara Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

AKBAR RIZKY HIDAYAT
1807230081



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2023**

HALAMAN PENGESAHAN

Proposal penelitian Tugas Akhir ini diajukan oleh:

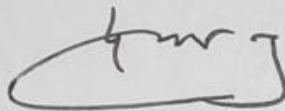
Nama : Akbar Rizky Hidayat
NPM : 1807230081
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Pengaruh Campuran Bioetanol Berbahan Dasar Kulit Pisang Terhadap Kualitas Pertalite Pada Unjuk Kerja Motor Bakar
Bidang ilmu : Konversi Energi

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Maret 2023

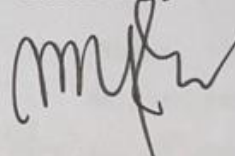
Mengetahui dan menyetujui :

Dosen Penguji I



Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T

Dosen Penguji II



M. Yani, S.T., M.T

Dosen Penguji III



H. Muharnif M, S.T., M.Sc



Chandra A Siregar, S.T., M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Akbar Rizky Hidayat
Tempat /Tanggal Lahir: P.Brandan/22 Oktober 2000
NPM : 1807230081
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul :

“Pengaruh Campuran Bioetanol Berbahan Dasar Kulit Pisang Terhadap Kualitas Pertalite Pada Unjuk Kerja Motor Bakar”

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Maret 2023

Saya yang menyatakan



Akbar Rizky Hidayat

ABSTRAK

Pada masa sekarang kecenderungan pemakaian bahan bakar sangat tinggi sedangkan sumber bahan bakar minyak bumi yang di pakai saat ini semakin menipis. Oleh karena itu, perlu adanya bahan alternatif yang dapat digunakan sebagai pengganti minyak bumi. Bioetanol dapat digunakan sebagai bahan bakar untuk pemecahan masalah energi padasaat ini.sebagai sumber energi terbarukan yang diperoleh dari biomassa, Adapun Penelitian ini menggunakan metode eksperimental.Torsi di variasi 5% menurun sekitar 3,7 ft.lbs, untuk torsi di variasi 10% menurun sekitar 2 ft.lbs, untuk torsi di variasi 15% menurun sekitar 3,8 ft.lbs. Daya mesin di variasi 5% menurun sekitar 2,4 Hp, untuk daya di variasi 10% menurun sekitar 3,1 Hp, untuk daya di variasi 15% menurun sekitar 4,1 Hp.Air Fuel ratio di variasi 5% menurun sekitar 1 AFR, untuk di variasi 10% menurun sekitar 3 AFR, untuk di variasi 15% menurun sekitar 3 AFR. Peningkatan waktu yang di dapat di kecepatan 65 km/h dalam waktu 180 s, di variasi 5% meningkat menjadi 400 s dengan kecepatan 67 km/h, di variasi 10% juga meningkat menjadi 375 s dengan kecepatan 67 km/h, dan untuk variasi 15% juga meningkat menjadi 485 s di kecepatan 66 km/h. Dibandingkan dengan menggunakan bahan bakar murni pertalite, ini mungkin terjadi karna campuran bioetanol berbahan dasar kulit pisang dengan pertalite tidak memiliki kadar oksigen yang lebih tinggi daripada pertalite, sehingga tidak dapat meningkatkan pembakaran dan menyebabkan penurunan torsi dan daya mesin.

Kata kunci: Bahan Bakar Alternatif, Bioetanol, Air Fuel Ratio, Kinerja Mesin, Pertalite.

ABSTRACT

At the present time, the tendency to use fuel is very high, while the sources of petroleum fuels that are currently in use are dwindling. Therefore, there is a need for alternative materials that can be used as a substitute for petroleum. Bioethanol can be used as a fuel to solve energy problems at the moment. As a renewable energy source obtained from biomass, this research uses experimental methods. The torque at the 5% variation decreases by about 3.7 ft.lbs, for the torque at the 10% variation it decreases about 2 ft.lbs, for torque at 15% variation it drops to about 3.8 ft.lbs. Engine power in the 5% variation decreased by around 2.4 Hp, for power in the 10% variation it decreased by around 3.1 Hp, for power in the 15% variation it decreased by around 4.1 Hp. Air Fuel ratio in the 5% variation decreases by about 1 AFR, for the 10% variation it decreases by about 3 AFR, for the 15% variation it decreases by about 3 AFR. The increase in time that can be obtained at a speed of 65 km/h in 180 s, in a 5% variation increases to 400 s with a speed of 67 km/h, in a 10% variation it also increases to 375 s with a speed of 67 km/h, and for variations 15% also increases to 485 s at a speed of 66 km/h. Compared to using pure pertalite fuel, this may occur because the mixture of bioethanol made from banana peels and pertalite does not have a higher oxygen content than pertalite, so it cannot increase combustion and cause a decrease in torque and engine power.

Keywords: Alternative Fuels, Bioethanol, Air Fuel Ratio, Engine Performance, Pertalite.

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Pengaruh Campuran Bioetanol Berbahan Dasar Kulit Pisang Terhadap Kualitas Pertalite Pada Unjuk Kerja Motor Bakar” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak H. Muharnif, S.T., M.Sc selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Sekaligus sebagai Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Bapak Chandra A Siregar, S.T., M.T dan Bapak Ahmad Marabdi Siregar , S.T, M.T sebagai Ketua dan Sekretaris Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T, MT selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknikmesinan kepada penulis.
5. Orang tua penulis: Amaliah, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
6. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Sahabat-sahabat penulis: Ihza Andikal Zikri, Dicky Farhan dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia teknik Mesin.

Medan, Maret 2023

Akbar Rizky Hidayat

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan masalah	3
1.3 Ruang lingkup	3
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Proses Produksi Bioetanol	4
2.2 Kulit Pisang Kepok	6
2.3 Proses Hidrolisis Pati Asam	8
2.4 Karbohidrat Sebagai Pereduksi	10
2.5 Khamir <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	11
2.6 Proses Fermentasi Bioetanol	12
2.7 Campuran Peralite dan Bioetanol	12
2.8 Bahan Bakar	13
2.9 Peralite	15
2.10 Nilai Oktan	16
2.11 Nilai Kalor	17
2.12 Pembakaran Motor 4 Langkah	18
2.13 Unjuk Kerja Mesin	20
2.13.1 Torsi	20
2.13.2 Daya	20
2.13.3 Air Fuel Ratio	21
2.14 Road Map Penelitian	22
BAB 3 METODE PENELITIAN	23
3.1 Tempat Dan Waktu	23
3.1.1 Tempat	23
3.1.2 Waktu	23
3.2 Bahan dan Alat	24
3.2.1 Bahan	24
3.2.2 Alat	25
3.3 Diagram Alir Penelitian	25
3.4 Rancangan Penelitian	28
3.5 Prosedur Penelitian	28
3.6 Variabel Bebas	29

BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1	Perbandingan Torsi Motor Matic 125 cc Dengan Pertalite Tanpa Campuran Dan Variari Campuran 5% 10% 15% Bioetanol	30
4.2	Perbandingan Torsi Motor Matic 125 cc Dengan Pertalite Tanpa Campuran Dan Variari Campuran 5% 10% 15% Bioetanol	36
4.3	Perbandingan Torsi Motor Matic 125 cc Dengan Pertalite Tanpa Campuran Dan Variari Campuran 5% 10% 15% Bioetanol	41
4.4	Perbandingan Torsi Motor Matic 125 cc Dengan Pertalite Tanpa Campuran Dan Variari Campuran 5% 10% 15% Bioetanol	43
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	48
5.1.	Kesimpulan	48
5.2.	Saran	49
	DAFTAR PUSTAKA	50
	LAMPIRAN	
	LEMBAR ASISTENSI	
	DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kandungan kulit pisang kepok	7
Tabel 2.2 Nilai-Nilai Oktan dari Jenis Bahan Bakar Beserta Rasio Kompresi	15
Tabel 3.1 Waktu Penelitian	23
Tabel 4.1 Torsi Dengan Bahan Bakar Murni	34
Tabel 4.2 Torsi Bahan Bakar Pertalite Dengan Campuran 5% Bioetanol	34
Tabel 4.3 Torsi Bahan Bakar Pertalite Dengan Campuran 10% Bioetanol	34
Tabel 4.4 Torsi Bahan Bakar Pertalite Dengan Campuran 15% Bioetanol	34
Tabel 4.5 Daya Bahan Bakar Pertalite Murni	39
Tabel 4.6 Daya Bahan Bakar Pertalite Dengan Campuran 5% Bioetanol	39
Tabel 4.7 Daya Bahan Bakar Pertalite Dengan Campuran 10% Bioetanol	39
Tabel 4.8 Daya Bahan Bakar Pertalite Dengan Campuran 15% Bioetanol	39
Tabel 4.9 AFR Bahan Bakar Pertalite Murni	41
Tabel 4.10 AFR Bahan Bakar Pertalite Dengan Campuran 5% Bioetanol	41
Tabel 4.11 AFR Bahan Bakar Pertalite Dengan Campuran 10% Bioetanol	41
Tabel 4.12 AFR Bahan Bakar Pertalite Dengan Campuran 15% Bioetanol	41
Tabel 4.13 Kecepatan Dan Waktu Bahan Bakar Pertalite Murni	46
Tabel 4.14 Kecepatan Dan Waktu Bahan Bakar Pertalite Dengan Campuran 5% Bioetanol	46
Tabel 4.15 Kecepatan Dan Waktu Bahan Bakar Pertalite Dengan Campuran 10% Bioetanol	46
Tabel 4.16 Kecepatan Dan Waktu Bahan Bakar Pertalite Dengan Campuran 15% Bioetanol	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Buah pisang kepok berwarna kuning	6
Gambar 2.2 Prinsip kerja motor 4 langkah	19
Gambar 3.1 Petalite	24
Gambar 3.2 Bioetanol	24
Gambar 3.3 Selang Bensin	25
Gambar 3.4 Dynotest Motor	25
Gambar 3.5 Gelas Ukur	26
Gambar 3.6 Motor Matic 125cc	26
Gambar 3.7 Bagan Alir Penelitian	27

DAFTAR NOTASI

Ne	: Daya (Hp)
n	: Putaran mesin (rpm)
T	: Torsi (N.m)
Mf	: Laju Aliran Bahan Bakar (Kg.jam)
ρ_f	: Massa jenis bahan bakar (kg/m^3)
Vf	: Volume bahan bakar (m^3)
Mf	: Laju aliran bahan bakar (Kg.jam)
t	: Waktu (t)
Ni	: Daya indikator (dk)
z	: Jumlah silinder
D	: Diameter torak (cm)
Pm	: Tekanan rata-rata (kg/cm^2)
L	: Panjang langkah torak (cm)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada masa sekarang kecendrungan pemakaian bahan bakar sangat tinggi sedangkan sumber bahan bakar minyak bumi yang di pakai saat ini semakin menipis. Oleh karena itu, perlu adanya bahan alternatif yang dapat digunakan sebagai pengganti minyak bumi. Bioetanol dapat digunakan sebagai bahan bakar untuk pemecahan masalah energi padasaat ini. Banyak limbah organik yang dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan etanol seperti kulit buah pisang kepok, Menurut Munadjim (1982), dua per tiga bagian dari buah pisang yang dapat dikonsumsi dan sisanya yaitu sepertiga bagian merupakan limbah pisang berupa kulit. Sebagai sumber biomassa, kulit pisang merupakan sumber yang potensial karena mengandung pati sebesar 11,48%. Menurut Dyah (2008), kulit pisang kepok memiliki karbohidrat yang diubah menjadi glukosa dengan bantuan proses hidrolisis dan diolah menjadi bahan baku pembuatan bioetanol. Bioetanol merupakan cairan hasil proses fermentasi gula dari sumber karbohidrat (pati) menggunakan bantuan mikroorganisme. (Anonim, 2007).

Produksi bioetanol dari tanaman yang mengandung pati atau karbohidrat, dilakukan melalui proses konversi karbohidrat menjadi gula atau glukosa dengan beberapa metode diantaranya dengan hidrolisis asam dan secara enzimatik. Kendaraan bermotor merupakan salah satu alat transportasi yang memerlukan mesin sebagai penggerak mulanya, baik untuk kendaraan roda dua maupun untuk kendaraan roda empat. Motor bakar merupakan salah satu mesin yang digunakan sebagai penggerak mula-mula alat transportasi. Motor bakar merupakan suatu mesin konversi energi yang merubah energi kalor menjadi energi mekanik. Dengan adanya energi kalor sebagai suatu penghasil tenaga maka sudah semestinya mesin tersebut memerlukan bahan bakar dan sistem pembakaran yang digunakan sebagai sumber kalor. Motor bakar yang menggunakan bahan bakar bensin disebut dengan motor bensin dan motor bakar torak yang menggunakan bahan bakar solar disebut motor diesel. Pertalite adalah merupakan Bahan bakar minyak (BBM) jenis baru yang diproduksi Pertamina, Jika dibandingkan dengan

premium Pertalite memiliki kualitas bahan bakar lebih sebab memiliki kadar Oktan Number (RON) 90, di atas Premium, yang hanya RON 88.

Di sisi lain, sebagai sumber energi terbarukan yang diperoleh dari biomassa, bioetanol merupakan bahan bakar alternatif untuk bensin tanpa timbal sebagai bahan bakar otomotif, dan dapat digunakan tanpa modifikasi mesin (Sebayang *dkk.*, 2016). Implementasi bioetanol di mesin penyalaan dengan menggunakan busi telah diteliti dan dinilai dengan parameter kinerja mesin seperti, Torsi, Daya, air fuel ratio, kecepatan dan waktu. Sebagai pengganti bahan bakar bensin, campuran bioetanol bensin dapat memperbaiki kinerja mesin.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana pengaruh campuran bioetanol berbahan dasar kulit pisang terhadap kualitas pertalite pada unjuk kerja motor bakar ?

1.3 Ruang lingkup

1. Motor yang digunakan adalah motor matic vario 125cc
2. Pencampuran bahan bakar pertalite dengan ethanol berbahan dasar kulit pisang sebesar 5%, 10%, 15%.
3. Unjuk Kerja : Torsi, Daya, Air Fuel, Kecepatan dan Waktu.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui torsi yang dihasilkan motor matic 125cc dengan campuran bahan bakar pertalite dengan ethanol berbahan dasar kulit pisang sebesar 5%, 10%, 15%.
2. Untuk mengetahui daya yang dihasilkan motor matic 125cc dengan campuran bahan bakar pertalite dengan ethanol berbahan dasar kulit pisang sebesar 5%, 10%, 15%.
3. Untuk mengetahui air fuel ratio yang dihasilkan motor matic 125cc dengan campuran bahan bakar pertalite dengan ematic thanol berbahan dasar kulit pisang sebesar 5%, 10%, 15%.
4. Untuk mengetahui kecepatan dan waktu yang dihasilkan motor 125cc dengan campuran bahan bakar pertalite dengan ethanol berbahan dasar kulit pisang sebesar 5%, 10%, 15%.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberi informasi tentang pemanfaatan kulit pisang sebagai bahan dasar bioetanol serta mengetahui pengaruh terhadap campuran bioetanol pada unjuk kerja motor bakar yang bervariasi 5%,10%,15% .

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Proses Produksi Bioetanol

Bioetanol merupakan etanol yang dapat diproduksi dari fermentasi glukosa (gula). (Samsuridkk, 2007). Etanol yang dibuat secara fermentasi dengan cara merekayasa produk dari biomassa yaitu tumbuhan yang memiliki karakteristik bahan berpati, bergula dan berselulosa. (Prihandana, 2007). Bahan yang mengandung glukosa dapat difermentasi langsung menjadi etanol namun bahan disakarida, pati maupun karbohidrat kompleks harus dihidrolisis terlebih dahulu menjadi komponen yang sederhana untuk digunakan proses fermentasi dapat berjalan secara optimal. (Ketut, 2009).

Bioetanol sering digunakan untuk *biofuel* atau sebagai bahan bakar alternatif yang lebih ramah lingkungan dan sifatnya terbarukan. Bioetanol memiliki karakteristik yang lebih baik dibandingkan bensin yaitu mengandung 35% oksigen, memiliki nilai oktan yang tinggi yaitu sebesar 96-113, bersifat ramah lingkungan serta bioetanol dapat diperbaharui.

Secara garis besar, produksi bioetanol terdiri dari 4 proses, yaitu persiapan bahan baku, hidrolisis, fermentasi serta pemurnian. (Hidayat, 2006) Persiapan bahan baku tergantung dari jenis bahan bakunya dan dibagi menjadi beberapa proses yaitu pengecilan ukuran untuk mengekstrak gula kemudian tepung dan material selulosa dihancurkan untuk memecah susunan tepung agar bisa berinteraksi baik dengan air. Kemudian dilakukan pemasakan, tepung dikonversi menjadi gula dengan proses pemecahan gula kompleks dan sakarifikasi dengan penambahan air.

Pada proses hidrolisis prinsip selulosa dari hidrolisis ini adalah pemutusan ikatan beta 1,4 glikosidik menjadi unit-unit dektrosa ($C_6H_{12}O_6$). (Irawan, 2013). Kemudian dilanjutkan proses fermentasi prinsipnya adalah perubahan kimia yang spesifik pada substrat karbohidrat yang diinduksi oleh enzim yang dihasilkan dari mikroorganisme. (Rogers dan Cail, 1991). Dalam proses ini berlangsung pemecahan gula sederhana menjadi etanol pada suhu 27-32 °C. Gas CO_2 akan dihasilkan sebagai limbahnya. Proses terakhir dilakukan destilasi yang digunakan

untuk memisahkan etanol dengan air. Titik didih etanol murni adalah 78,4 °C dan air 100 °C. Dengan memanfaatkan perbedaan titik didih, dapat dipanaskan dalam rentang suhu 78-100 °C sehingga etanol akan menguap dan dari kondensasi akan didapatkan etanol 95%. (Hidayat, 2006).

Menurut Winarno dan Fardiaz (1992) faktor yang mempengaruhi pembuatan bioetanol dalam proses fermentasi antara lain bahan baku, suhu, pH, lama fermentasi, kadar gula, dan nutrisi.

1. Bahan baku

Bahan baku yang mengandung senyawa organik terutama glukosa, pati maupun selulosa dapat digunakan sebagai substrat dalam proses fermentasi bioetanol (Prescott dan Dunn, 1959).

2. Suhu

Suhu yang optimum umumnya digunakan berkisar 27 – 32°C (Erliza, 2008).

3. pH

Pada umumnya pH untuk fermentasi dibutuhkan keasaman 3,4 – 4 tergantung dari lingkungan hidup dari starter yang dapat tumbuh dan melakukan metabolisme pada pH tersebut (Winarno dan Fardiaz, 1992)

4. Lama fermentasi

Lama fermentasi biasanya ditentukan pada jenis bahan dan jenis yeast serta gula. Fermentasi berhenti ditandai dengan tidak terproduksinya lagi CO₂. Kadar etanol yang dihasilkan akan semakin tinggi sampai waktu optimal dan setelah itu kadar etanol yang dihasilkan menurun (Prescott dan Dunn, 1959)

5. Kadar gula

Kadar gula yang optimum untuk aktivitas pertumbuhan starter adalah 10-18%. Gula sebagai substrat, yaitu sumber karbon bagi nutrient khamir yang mempercepat pertumbuhan untuk menguraikan karbohidrat menjadi etanol. Apabila terlalu pekat, aktivitas enzim akan terhambat sehingga waktu fermentasi menjadi lambat dan terdapat sisa gula yang tidak dapat terpakai dan jika terlalu encer maka alkohol yang dihasilkan rendah. Jika kadar gula di bawah 10% fermentasi dapat berjalan tetapi etanol yang dihasilkan terlalu encer sehingga tidak efisien untuk didestilasi dan biayanya mahal. Jika kadar gula di atas 18% fermentasi akan menurun dan alkohol yang terbentuk akan menghambat aktivitas

khamir, sehingga waktu fermentasi bertambah lama dan ada sebagian gula yang tidak terfermentasi (Winarno dan Fardiaz,1992).

6. Nutrisi

Nutrisi diperlukan sebagai tambahan makanan bagi pertumbuhan ragi. Nutrisi yang diperlukan misalnya: garam ammonium (NH_4Cl) dan garam *triple super phosphate* (pupuk TSP) (Winarno dan Fardiaz, 1992).

2.2 Kulit Pisang Kepok

Tanaman pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) adalah tanaman monokotil berbentuk pohon yang tersusun atas batang semu yang merupakan tumpukan pelepah daun yang tersusun secara rapat dan teratur. Pada buah pisang kepok memiliki panjang buah sebesar 10-12 cm dan memiliki berat 80-120 gram tiap buahnya. Kulit buah pisang kepok sangat tebal, memiliki warna kuning kehijauan dan kadang bernoda coklat. (Suhardiman, 1997). Buah pisang kepok kuning dapat dilihat pada Gambar di bawah :



Gambar 2.1 Buah pisang kepok berwarna kuning

Kulit pisang kepok biasanya digunakan sebagai makanan ternak dan dapat digunakan untuk menghasilkan alkohol karena mengandung pati maupun selulosa yang akan diubah menjadi glukosa dan menggunakan bantuan mikroorganisme yang akan mengubah glukosa menjadi alkohol. Selama pemasakan buah, kandungan selulosa dan hemiselulosa yang terdapat pada kulit buah pisang kepok akan menurun karena kandungan lignin yang telah terurai dari struktur kompleksnya pada proses pemasakan buah . (Bennet dkk., 1987).

Kulit buah pisang kepok memiliki nilai karbohidrat yang tinggi yaitu 18,05% serta kulit pisang dapat digunakan sebagai nutrisi yang dapat membantu pertumbuhan mikroba . (Dyah, 2008). Kulit pisang kepok memiliki kandungan karbohidrat yang akan diubah menjadi glukosa dengan bantuan proses hidrolisis,

kemudian diolah menjadi bahan baku pembuatan bioetanol. (Dyah, 2008). Menurut penelitian (Sukowati 2014) kandungan hemiselulosa, selulosa dan lignin pada kulit pisang yaitu sebesar 21,29%. Kandungan selulosa yang terdapat dalam kulit pisang juga berpotensi sebagai bahan pembuatan etanol. Kandungan kulit pisang kepek dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 2.1 Kandungan kulit pisang kepek

No	Hasil tes kimiawi laboratorium	Kadar
1.	Air	73,60 %
2.	Protein	2,15 %
3.	Lemak	1,34 %
4.	Gula Reduksi	7,62 %
5.	Pati	11,48 %
6.	Serat Kasar	1,52 %
7.	Abu	1,03 %
8.	Vitamin	
	Vitamin C Mg / 100 gr	36
9.	Mineral	
	Ca, mg / 100 gr	31
	Fe, mg / 100 gr	26
	P, mg / 100 gr	63

2.3 Proses Hidrolisis Pati dan Asam

Hidrolisis merupakan reaksi kimia antara air dengan suatu zat lain yang menghasilkan satu zat baru atau lebih yang dapat digunakan untuk dekomposisi suatu larutan menggunakan air (Pudjasmaka dan Qodratillah, 2002). Proses hidrolisis melibatkan ionisasi molekul air maupun penguraian senyawa yang lain (Pudjasmaka dan Qodratillah, 2002).

Hidrolisis asam digunakan untuk memecah komponen polisakarida menjadi monomer-monomernya. Proses hidrolisis yang sempurna akan memecah selulosa dan pati menjadi glukosa yang nantinya akan digunakan untuk produksi bioetanol sedangkan hemiselulosa akan terpecah menjadi pentosa dan laktosa (Pudjasmaka dan Qodratillah, 2002). Hidrolisis asam dikelompokkan menjadi dua yaitu hidrolisis asam pekat dengan konsentrasi tinggi dan hidrolisis asam encer dengan konsentrasi rendah. Keuntungan hidrolisis menggunakan asam konsentrasi tinggi yaitu proses hidrolisis dapat dilakukan pada suhu yang rendah dan hasil gula yang didapatkan tinggi sekitar 90% namun kelemahannya yaitu konsentrasi asam yang digunakan sangat tinggi sekitar 30-70% menimbulkan potensi korosi terhadap peralatan, dan waktu reaksi yang lama sekitar 2-6 jam.

Hidrolisis menggunakan asam dengan konsentrasi rendah memiliki keuntungan yaitu jumlah asam yang digunakan sedikit dan waktu yang dibutuhkan singkat yaitu 1-2 jam namun kerugiannya yaitu membutuhkan suhu yang tinggi sekitar 90 – 110°C, gula yang didapatkan sedikit sekitar 30-40% (Taherzadeh dan Karimi, 2007). Proses hidrolisis asam dengan konsentrasi rendah dilakukan dua tahap yaitu melibatkan asam encer untuk menghidrolisis gula dari pentose yang terdapat dalam fraksi hemiselulosa yang biasanya menggunakan konsentrasi asam 1% pada suhu 80-120 °C selama 3-240 menit. Tahap kedua menggunakan asam dengan konsentrasi yang lebih tinggi untuk menghidrolisis gula yang berasal dari golongan selulosa menggunakan konsentrasi asam 5-20% dengan suhu 180°C.

Proses hidrolisis bertahap ini digunakan agar dapat memaksimalkan hasil glukosa yang dihasilkan dan meminimalkan hasil samping yang tidak diinginkan yaitu degradasi gula yang dapat mengurangi hasil panen gula dan menghambat pembentukan ethanol pada tahap fermentasi (Purwadi, 2006). Perlakuan awal

hidrolisis menggunakan asam lebih banyak diterapkan dibandingkan hidrolisis menggunakan enzim karena harga enzim sangat mahal dan sulit didapatkan (Sukowati dkk., 2014). Hidrolisis dengan asam bertujuan untuk memecah ikatan lignin, selulosa dan smiselulosa agar selulosa dan hemiselulosa mudah didegradasi menjadi glukosa. Larutan asam dapat memotong ikatan beta 1,4 glikosidik yang diharapkan dapat meningkatkan kadar gula yang dihasilkan dan dapat mengoptimalkan kadar bioetanol yang dihasilkan (Sukowati dkk., 2014).

Salah satu jenis asam yang dapat digunakan pada proses hidrolisis patisecara nonenzimatik adalah HCl. HCl merupakan asammonoprotik yang paling sulit menjalani reaksi redoks dan juga merupakan asamkuat yang paling tidak berbahaya untuk ditangani dibandingkan dengan asam kuatlainnya. Walaupun bersifat asam, asam klorida mengandung ion klorida yang tidak reaktif dan tidak beracun. Asam klorida dalam konsentrasi menengah cukup stabil untuk disimpan dan terus mempertahankan konsentrasinya (Purwadi, 2006).

Katalis HCl menghasilkan glukosa lebih tinggi sebesar 10,04% dibandingkan H₂SO₄. Hal ini terjadi karena H₂SO₄ bersifat merusak selulosa sedangkan HCl tidak, sehingga glukosa yang dihasilkan lebih sedikit (Siswati dkk., 2009). Konsentrasiasam yang semakin tinggi akanmemberikan kesempatan yang lebih bagi selulosa dan hemiselulosa untuk dihidrolisis menjadi gula-gula sederhana sehingga kadar gula reduksi mengalami peningkatan,tetapi jika konsentrasi asam melebihi waktu optimalnya maka akanterjadi penurunan kadar gula reduksi (Sukowati dkk., 2014). Jika waktu hidrolisis terlalu lama glukosa akan terhidrolisis menjadi hydroksymethylfurfural dan bereaksi membentuk asam formiat, sehingga menyebabkan kadar glukosa menurun (Idral, 2012).

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses hidrolisis yaitu :

1. Jumlah kandungan karbohidrat pada bahan baku : jika kandungan karbohidrat sedikit maka jumlah gula yang terbentuk sedikit
2. pH : pH terbaik yang digunakan hidrolisis asam sekitar 2,3
3. konsentrasi katalis : katalisator digunakan untuk memperbesar kereaktifan zat (Dewati, 2008).

2.4 Karbohidrat Sebagai Gula Pereduksi

Karbohidrat memiliki sifat sebagai gula pereduksi disebabkan adanya gugus aldehid dan keton bebas yang dapat mereduksi ion logam seperti tembaga (Cu) dan perak (Ag) (Girindra, 1986). Penentuan gula reduksi dilakukan menggunakan Metode Nelson-Somogyi yang memiliki daya reduksi sederhana terhadap ion tembaga menjadi kuprooksida dan senyawa gula lain. Kuprooksida direaksikan dengan arsenomolibdat akan membentuk senyawa molibdenum (senyawa kompleks berwarna biru) yang akan diukur pada spektrofotometer absorbansinya (Suhardi, 1997). Penambahan reagen Nelson digunakan untuk mereduksi kuprioksida / tembaga (II) oksida (CuO) menjadi kuprooksida / tembaga (I) oksida (Cu₂O). Senyawa K-Na-tartrat yang terkandung dalam reagen Nelson berfungsi untuk mencegah terjadinya pengendapan kuprioksida (Suhardi, 1997).

Gula reduksi menunjukkan jumlah komponen gula yang ujung rantainya mengandung gugus aldehid atau keton bebas. Besarnya kadar gula pereduksi menunjukkan hidrolisat berpotensi besar untuk menghasilkan etanol yang tinggi dalam proses fermentasi karena gula pereduksi yang terukur dimanfaatkan oleh *Saccharomyces cerevisiae* dalam proses metabolisme menghasilkan etanol (Osho, 2005). Pada pengukuran kadar gula reduksi salah satunya dengan metode *Nelson Somogyi* oleh Fauziah (2014) menghasilkan kadar gula reduksi paling tinggi pada sampel kulit pisang kepok menggunakan H₂SO₄ sebesar 0,8N selama 180 menit yang nantinya kadar gula reduksi paling tinggi akan dibawa ke proses fermentasi bioetanol. Hal ini juga dilakukan oleh Sukowati dkk (2015) pada penggunaan asam sulfat sebesar 0,05M selama 15 menit menghasilkan kadar gula reduksi yang tinggi yaitu 11,26 mg/100ml.

2.5 Khamir *Saccharomyces cerevisiae*

Saccharomyces cerevisiae digunakan untuk melakukan fermentasi, bahan makanan maupun minuman yang mengandung alkohol (Osho, 2005). *Saccharomyces cerevisiae* dapat mengubah senyawa yang mengandung gula menjadi alkohol dan gas CO₂ secara cepat dan efisien (Osho, 2005). *Saccharomyces cerevisiae* toleran pada kadar alkohol yang tinggi dan kadar alkohol yang dihasilkan sebesar 8-20 % pada kondisi optimum (Osho, 2005). *Saccharomyces cerevisiae* tumbuh sangat baik pada suhu 20-30°C dengan rentang pH antara 4,5 hingga 5,5. *Saccharomyces cerevisiae* merupakan mikroorganisme anaerob fakultatif dan umumnya tidak dapat tumbuh dengan baik di bawah kondisi benar-benar anaerobik karena oksigen diperlukan sebagai faktor pertumbuhan untuk membran biosintesis (Samsuri dkk., 2007). Dinding sel *Saccharomyces cerevisiae* terdiri atas polisakarida, lapisan membran sel tersusun atas lipoprotein yang berfungsi untuk transportasi zat yang dibutuhkan dan untuk zat sisa metabolisme, di bagian dalamnya terdapat enzim yang berfungsi sintesis komponen dinding sel (Amaria dkk., 1999). Reproduksi *Saccharomyces cerevisiae* dilakukan dengan membentuk tunas dan spora seksual (Fardiaz, 1992).

Pola pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae* melalui 4 fase tahap pertumbuhan yaitu fase adaptasi berada pada jam ke-0 hingga jam ke-8. Pertumbuhan mulai meningkat pada jam ke-8 hingga jam ke-16. Tahap ini biasa disebut dengan fase log. Pada jam ke-16 hingga jam ke-48 terjadi pertumbuhan yang konstan atau biasa disebut dengan fase stasioner. Pada jam ke-48 hingga jam ke-72 terjadi penurunan pertumbuhan atau biasa disebut dengan fase kematian (Bailey dan Ollis, 1986). Khamir sangat peka terhadap etanol. Konsentrasi etanol 1-2 % akan mengganggu proses fermentasi (Haryani, 2008). Ketika konsentrasi etanol sebesar 10% laju pertumbuhan khamir akan berhenti sama sekali. Kadar etanol maksimal yang bisa dihasilkan sebelum fermentasi berhenti sebesar 13% (Lopes dkk., 2009) dan konsentrasi etanol sebesar 40% akan menghambat pertumbuhan biomassa dan produksi etanol (Solikhin dkk., 2012).

2.6 Proses Fermentasi Bioetanol

Fermentasi merupakan proses oksidasi karbohidrat secara anaerob (Tahezadeh dan Karimi, 2007). Pada proses fermentasi, tepung yang telah berubah menjadi gula sederhana (glukosa maupun fruktosa) akan melibatkan mikroorganisme pada proses selanjutnya agar dapat bekerja pada suhu optimum.

2.7 Campuran Peralite dan Bioetanol

Dalam penelitian ini akan dilakukan pengujian untuk mendapatkan daya dan torsi terbesar serta konsumsi bahan bakar serta emisi gas buang pada motor bakar 4-langkah pada saat menggunakan bahan bakar pertalite yang telah ditambahkan campuran bioetanol. Jumlah bioetanol yang dicampurkan kepada bahan bakar pertalite divariasikan sebanyak tiga variasi, yaitu 5%, 10% dan 15%. Bahan bakar campuran pertalite dengan tambahan 5% bioetanol selanjutnya disebut BE5, dengan tambahan 10% bioetanol selanjutnya disebut BE10, dengan tambahan 15% bioetanol selanjutnya disebut BE15.

2.8 Bahan Bakar

Bahan bakar merupakan setiap material yang dapat terbakar dan melepaskan energi. Bahan bakar secara umum terdiri dari hidrogen dan karbon dan dituliskan dengan rumus umum berupa C_nH_m (Muchammad, 2010:31). Bahan bakar merupakan material, zat atau benda yang digunakan dalam proses pembakaran untuk menghasilkan energi panas (Raharjo dan Karnowo, 2008:37).

Sampai dengan saat ini bahan bakar yang sering digunakan adalah jenis bahan bakar cair dan fosil. Diantaranya yaitu bensin dan solar yang banyak digunakan untuk bahan bakar mesin pada motor bakar.

Syarat utama yang harus dipenuhi bahan bakar yang akan digunakan dalam motor bakar yaitu:

1. Proses pembakarannya harus cepat dan panas yang dihasilkan harus tinggi.
2. Bahan bakar tidak meninggalkan endapan setelah pembakaran, karena akan merusak dinding silinder.

3. Gas sisa pembakaran harus tidak berbahaya pada saat terbang ke atmosfer.

Sifat pada masing-masing bahan bakar berbeda. Sifat ini akan menentukan dalam proses pembakarannya, sifat yang kurang menguntungkan dapat disempurnakan dengan menambahkan bahan kimia ke dalam bahan bakar tersebut (Suprpto, 2004:33). Suprpto (2004:25-29) menjelaskan sifat-sifat fisika bahan bakar minyak yaitu:

1. Berat Jenis.

Berat jenis atau *specific gravity* adalah suatu perbandingan berat dari bahan bakar minyak dengan berat dari air dalam volume yang sama, dengan suhu yang sama pula (600 F). Bahan bakar minyak umumnya mempunyai berat jenis antara 0,82-0,96 dengan kata lain minyak lebih ringan dari pada air. Dalam perdagangan internasional, berat jenis dinyatakan dalam *API Gravity* atau derajat *API* (*American Petroleum Institute*). *API* menunjukkan kualitas dari minyak tersebut, makin kecil berat jenis atau makin tinggi derajat *API* berarti makin baik pula kualitas minyak tersebut, karena lebih banyak mengandung bensin.

2. Viskositas.

Viskositas adalah suatu ukuran dari besar perlawanan zat cair untuk mengalir. Viskositas atau kekentalan sangat penting bagi penggunaan bahan bakar minyak pada motor bakar maupun mesin industri, karena berpengaruh terhadap bentuk dan tipe mesin yang menggunakan bahan bakar tersebut.

3. Nilai Kalor.

Nilai kalor adalah besar panas yang diperoleh dari pembakaran suatu bahan bakar di dalam zat asam. Makin tinggi berat jenis minyak bakar, makin rendah nilai kalori yang diperolehnya. Misalnya bahan bakar minyak dengan berat jenis 0,75 atau grafitasi *API* 70,6 mempunyai nilai kalor 11.700 kal/kg.

4. Titik Tuang

Titik tuang suatu minyak adalah suhu terendah minyak yang keadaannya masih dapat mengalir karena berat sendiri. Titik tuang diperlukan sehubungan dengan kondisi dari pengilangan dan pemakaian dari minyak tersebut. Sehingga diharapkan minyak masih bisa dipompakan atau mengalir pada suhu dibawah titik tuang.

5. Titik Didih.

Titik didih adalah suhu ketika tekanan uap suatu zat cair sama dengan tekanan luar yang dialami oleh cairan. Titik didih minyak sesuai dengan grafitasinya. Minyak dengan grafitasi API rendah maka titik didihnya tinggi, dan untuk minyak dengan grafitasi API tinggi maka titik didihnya rendah.

6. Titik Nyala.

Titik nyala adalah suhu terendah suatu bahan bakar minyak yang dapat menimbulkan nyala api dalam sekejap apabila permukaan bahan bakar tersebut dipercikkan api. Pada bahan bakar dengan grafitasi API yang tinggi maka titik didihnya rendah, sehingga titik nyala bahan bakar tersebut juga rendah. Artinya bahan bakar tersebut akan mudah untuk terbakar.

7. Kadar Abu

Kadar abu adalah sisa-sisa bahan bakar minyak yang tertinggal setelah semua bagian terbakar dalam proses pembakaran. Berdasarkan kadar abu yang ada dalam bahan bakar minyak akan dapat diperkirakan banyaknya kandungan logam dalam minyak tersebut.

8. Air dan Endapan

Air yang terkandung dalam bahan bakar minyak dapat menyebabkan pembakaran yang tidak sempurna, sedangkan endapan dapat memperbanyak jumlah gas sisa pembakaran. Kandungan air dan endapan dalam minyak tidak boleh lebih dari 0,5%.

9. Warna

Warna dalam bahan bakar minyak dipengaruhi oleh berat jenisnya. Untuk minyak dengan berat jenis yang tinggi memiliki warna hijau kehitaman dan untuk minyak dengan berat jenis yang rendah warnanya akan cokelat kehitaman. Hal ini disebabkan oleh adanya kotoran dan endapan dalam bahan bakar minyak tersebut.

10. Bau

Bau dari bahan bakar dipengaruhi oleh molekul aromatik yang terkandung didalamnya. Bahan bakar minyak di Indonesia pada umumnya mengandung senyawa Nitrogen atau Belerang dan juga H₂S. Kristanto dkk., (2001:57) menjelaskan bahwa makin tinggi angka oktan maka makin rendah kecenderungan

bahan bakar untuk terjadi *knocking*. Motor dengan perbandingan kompresi yang tinggi memerlukan angka oktan yang lebih tinggi juga untuk mengurangi *knocking*. Dengan melihat nilai oktan dari suatu bahan bakar kita dapat menentukan karakteristik bahan bakar tersebut selain itu, untuk bahan bakar dengan nilai oktan tinggi dikhususkan untuk mesin dengan kompresi yang tinggi juga untuk mendapatkan tenaga yang lebih tinggi.

Tabel 2.2 Nilai-Nilai Oktan dari Jenis Bahan Bakar Beserta Rasio Kompresi

Jenis BBM	Nilai Oktan	Rasio Kompresi
Premium	88	7:1-9:1
Pertalite	90	9:1-10:1
Pertamax	92	10:1-11:1
Pertamax Plus	95	11:1-12:1

2.9 Pertalite

Bahan bakar Pertalite adalah bahan bakar minyak terbaru dari Pertamina dengan RON 90. Bahan bakar pertalite direkomendasikan untuk kendaraan dengan kompresi 9:1 sampai 10:1 dan khususnya untuk kendaraan yang telah menggunakan sistem EFI (*Electronic Fuel Injection*) dan *catalytic converter*.

Selain itu dengan RON 90 diharapkan pertalite dapat membuat pembakaran pada mesin kendaraan lebih baik dibandingkan dengan premium dengan RON 88. Bahan bakar pertalite diluncurkan oleh Pertamina untuk memenuhi syarat Keputusan Dirjen Migas No.313.K/10/DJM.T/2013 tentang spesifikasi BBM dengan RON 90. Pertalite membuat pembakaran pada mesin kendaraan lebih baik dibandingkan dengan premium. Purponegoro (2015) adapun keunggulan pertalite yaitu:

1. *Durability*, pertalite dikategorikan sebagai bahan bakar kendaraan yang memenuhi syarat dasar *durability* atau ketahanan, dimana bahan bakar ini tidak akan menimbulkan gangguan serta kerusakan mesin.
2. *Fuel economy*, kesesuaian oktan 90 pada pertalite dengan perbandingan kompresi kendaraan yang beroperasi sesuai dengan rancangannya.

Perbandingan *Air Fuel Ratio* (AFR) yang lebih tinggi dengan konsumsi bahan bakar menjadikan kinerja mesin lebih optimal dan efisien untuk menempuh jarak yang lebih jauh.

3. *Performance*, kesesuaian angka oktan pertalite dan aditif yang dikandungnya dengan spesifikasi mesin akan menghasilkan performa mesin yang lebih baik dibandingkan ketika menggunakan oktan 88. Hasilnya adalah torsi mesin lebih tinggi dan kecepatan meningkat.

2.10 Nilai Oktan

Nilai oktan adalah indikator dari bahan bakar untuk mesin pembakaran mesin bensin, yang menunjukkan seberapa kuat bahan bakar tersebut tidak terbakar dengan sendirinya (Sarjono dan Putra, 2013). Angka oktan yang dimiliki oleh *ethanol* lebih tinggi dari pada pertalite. Jika campuran udara dan bahan bakar terbakar sebelum waktunya akan menimbulkan fenomena knocking yang memiliki potensi untuk menurunkan daya mesin, bahkan mampu menimbulkan kerusakan serius pada komponen mesin (Handayani, 2007). Bensin dengan bilangan oktan yang tinggi memiliki periode penundaan yang panjang. Oleh karena itu lebih sesuai untuk motor bensin dengan perbandingan kompresi yang tinggi. Dengan adanya bensin dengan bilangan oktan yang tinggi hambatan yang disebabkan oleh detonasi berangsur-angsur dapat diatasi (Arismunandar, 1977).

2.11 Nilai Kalor

Nilai kalor atau heating value dari bahan bakar merupakan ukuran panas dari reaksi pada volume konstan dan keadaan standar untuk pembakaran sempurna satu mol pada bahan bakar (Muchammad, 2010). Nilai kalor pada *ethanol* sekitar 67% nilai kalor bensin, hal ini disebabkan oleh adanya oksigen dalam struktur *ethanol* (Handayani, 2007). Nilai kalor pada bahan bakar terdiri dari:

1. Nilai Kalor Atas

Nilai kalor atas atau *highest heating value* (HHV) atau *gross heating value* (GHV) merupakan nilai kalor yang diperoleh dari pembakaran 1 kg bahan bakar

dengan memperhitungkan panas kondensasi uap, jenis air yang dihasilkan dari pembakaran berwujud cair (Napitupulu, 2006).

2. Nilai Kalor Bawah

Nilai kalor bawah atau *lowest heating value* (LHV) merupakan nilai kalor yang diperoleh dari pembakaran 1 kg bahan bakar tanpa memperhitungkan panas kondensasi uap, jenis air yang dihasilkan dari pembakaran berwujud gas atau uap (Napitupulu, 2006). Jika suatu bahan bakar diketahui nilai kalor atasnya atau *highest heating value* (HHV), maka untuk menghitung nilai kalor bawah atau *lowest heating value* (LHV) dapat dihitung dengan persamaan: $LHV = HHV - 3240 \text{ (kJ/kg)}$

2.12 Pembakaran Motor 4 Langkah

Motor bakar empat langkah adalah mesin pembakaran dalam, yang dalam satu kali siklus pembakaran akan mengalami empat langkah piston. Sekarang ini, mesin pembakaran dalam pada mobil, sepeda motor, truk, pesawat terbang, kapal, alat berat dan sebagainya, umumnya menggunakan proses siklus motor empat langkah. Proses siklus motor empat langkah dilakukan oleh gerak piston dalam silinder tertutup, yang bersesuaian dengan pengtauran gerak kerja katup isap dan katup buang di setiap langkah kerjanya. Proses yang terjadi meliputi langkah hisap (pemasukan), kompresi, tenaga dan langkah buang.

2.12.1 Cara Kerja Mesin 4 Tak (4 Langkah)

1. Langkah Penghisapan

Piston bergerak dari titik mati atas (TMA) menuju titik mati bawah (TMB). Katup isap dibuka dan katup buang ditutup, karena terjadi tekanan negative/vacuum dalam silinder, selanjutnya campuran udara dan bahan terisap masuk melalui katup isap, untuk mengisi ruang silinder.

2. Langkah Kompresi

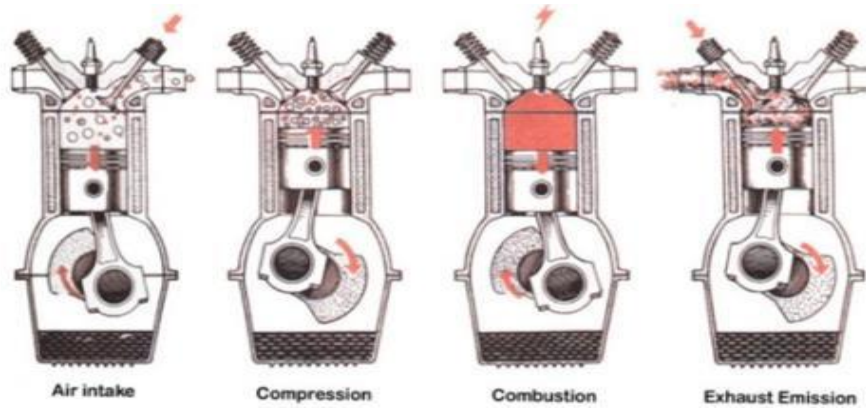
Piston bergerak dari titik mati bawah (TMB) menuju titik mati atas (TMA). Katup isap dan katup buang ditutup. Pada proses ini campuran bahan bakar dan udara ditekan atau kompresi, akibatnya tekanan dan temperaturnya naik sehingga akan memudahkan proses pembakaran.

3. Langkah Kerja

Piston bergerak dari titik mati atas (TMA) menuju titik mati bawah (TMB). Katup isap dan katup buang ditutup. Sesaat piston menjelang titik mati atas, busi pijar menyalakan percikan api seketika campuran bahan bakar dan udara terbakar secara cepat berupa ledakan. Dengan terjadinya ledakan, maka menghasilkan tekanan sangat tinggi untuk mendorong piston ke bawah, sebagai tenaga atau usaha yang dihasilkan mesin.

4. Langkah Buang

Piston bergerak dari titik mati bawah (TMB) menuju titik mati atas (TMA). Katup isap ditutup dan katup buang dibuka. Pada proses ini gas yang telah terbakar dibuang oleh dorongan piston ke atas dan selanjutnya mengalir melalui katup buang. Pada posisi ini poros engkol telah berputar dua kali putaran penuh dalam satu siklus dari empat langkah.



Gambar 2.2 Prinsip kerja motor 4 langkah

2.13 Unjuk Kerja Mesin

Unjuk kerja mesin terdiri dari daya, torsi, konsumsi bahan bakar :

2.13.1 Torsi

Torsi adalah ukuran kemampuan mesin untuk melakukan kerja, jadi torsi adalah suatu energi. Besaran torsi adalah besaran turunan yang biasa digunakan untuk menghitung energi yang dihasilkan dari benda yang berputar pada porosnya. Adapun perumusan dari torsi adalah sebagai berikut.:

$$T = F \times d \text{ (N.m)}$$

dimana:

T : Torsi benda berputar (N.m)

F : Gaya dari benda yang berputar (N)

d : Jarak benda ke pusat rotasi (m)

Karena adanya torsi inilah yang menyebabkan benda berputar terhadap porosnya, dan benda akan berhenti apabila ada usaha melawan torsi dengan besar sama dengan arah yang berlawanan.

2.13.2 Daya

Daya motor adalah suatu parameter yang menentukan performa mesin atau unjuk kerja mesin. Pengertian daya ialah kecepatan kerja motor selama selang beberapa waktu tertentu. Daya motor terbagi menjadi 2 yaitu :

1. Daya indikator (N_i): daya yang dihasilkan dari reaksi pembakaran bahan bakar dengan udara yang terjadi di ruang bakar, dan memiliki tekanan. Daya indikator biasanya dalam satuan dk (daya kuda) yang besarnya $1 \text{ dk} = 75 \text{ kg.m/detik}$ (*metric horse power*). Untuk mengubah N (yang mempunyai satuan kg.cm/menit) menjadi daya indikator N_i (yang mempunyai satuan dk) pada motor yang mempunyai jumlah silinder, Daya indikator biasanya dalam satuan dk (daya kuda) yang besarnya $1 \text{ dk} = 75 \text{ kg.m/detik}$ (*metric horse power*). Untuk mengubah N (yang mempunyai satuan kg.cm/menit) menjadi daya indikator N_i (yang mempunyai satuan dk) pada motor yang mempunyai jumlah silinder z, maka N_i dapat dihitung dengan persamaan berikut, maka N_i dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$Ni = \frac{N \times z}{60 \times 75 \times 100} (dk)$$

atau dapat pula :

Untuk motor 2 langkah :

$$Ni = \frac{\pi/4 \times D^2 \times Pm \times L \times 0,5n \times z}{60 \times 75 \times 100} (dk)$$

Untuk motor 4 langkah:

$$Ni = \frac{\pi/4 \times D^2 \times Pm \times L \times 0,5n \times z}{60 \times 75 \times 100} (dk)$$

Keterangan :

Ni : Daya indikator (dk)

z : Jumlah silinder

D : Diameter torak (cm)

Pm : Tekanan rata-rata (kg/cm²)

L : Panjang langkah torak (cm)

2. Daya poros adalah daya efektif (Ne) pada poros yang akan digunakan untuk mengatasi beban kendaraan. Daya poros diperoleh dari pengukuran torsi pada poros yang dikalikan dengan kecepatan sudut putarnya atau dapat dituliskan dengan persamaan sebagai berikut: Dari perumusan di atas, untuk menghitung daya poros brake power Ne harus diketahui terlebih dahulu torsi T dan putaran n mesinnya. Torsi diukur langsung dengan alat dinamometer dan putaran mesin diukur dengan tachometer.

$$.Ne = \frac{2 \times \pi \times T \times n}{60 \times 750}$$

Dimana:

Ne : Daya (Hp) 1 HP = 0,7457 kW

n : Putaran mesin (rpm)

T : Torsi (N.m)

2.13.3 Air-Fuel Ratio (AFR)

Rasio udara-bahan bakar merupakan indikator mudah terbakarnya suatu campuran; itu menentukan jumlah energi yang dilepaskan dan polutan yang dihasilkan dari kendaraan. Pembakaran terjadi di silinder bensin pembakaran internal mesin (Jia , 2016; Manente ., 2010). Energi panas dari pembakaran proses diubah menjadi kerja mekanik (Al-Himyari , 2014). Sebuah mesin membutuhkan udara, bahan bakar, dan percikan api untuk menghasilkan tenaga. Untuk meningkatkan kinerja dari mesin, ada kebutuhan untuk campuran udara dan bahan bakar yang tepat. Bahan bakar bercampur dengan udara untuk terjadinya pembakaran. AFR menunjukkan proporsi udara dan bahan bakar yang tepat untuk dicampur. Misalnya, AFR 14,7:1 menunjukkan campuran 14,7 bagian udara menjadi satu bahan bakar sebagian. Ini adalah rasio stoikiometri atau ideal untuk mobil dengan bensin mesin. Ada pembakaran sempurna untuk AFR yang ideal. AFR adalah rasio dari massa udara terhadap massa bahan bakar dalam proses pembakaran bensin; itu adalah indikator untuk mengendalikan kinerja mesin.

AFR adalah ukuran yang sangat efektif untuk kontrol bahan bakar di ruang bakar; karena itu mengurangi emisi kendaraan lebih dari faktor kontrol mesin seperti waktu percikan, injeksi bahan bakar waktu, torsi mesin, asupan udara dan kecepatan mesin (Williams , 2012; Haines, 2009; Jia , 2016).

2.14 Road Map Penelitian

No	Nama	Npm	Judul	Tujuan
1	M. Dimas Aditya Nugroho	1807230078	Rancang Bangun Destilator Bertingkat Untuk Mengolah Limbah buah dan Sayur Menjadi Bioetanol	Membuat Destilator Sederhana
2	Ihza Andikal Zikri	1807230102	Analisa Variasi Campuran Nutrisi NPK Terhadap Kualitas Bioetanol Dengan Memanfaatkan Limbah Buah dan Sayur	Uji Kualitas Bioetanol Seperti Kadar Etanol, Viskositas, Densitas dan Nilai Kalor
3	Hairi Junaidi	1807230107	Analisis Pengaruh Campuran Ragi Terhadap Kualitas Bioetanol Dengan Memanfaatkan Limbah Kulit Pisang	Uji Kualitas Bioetanol Seperti Kadar Etanol, Viskositas, Densitas dan Nilai Kalor
4	Imam Arif	1807230109	Analisis Perbandingan Kadar Bioetanol Berbahan Baku Limbah Buah dan Sayur Dengan Limbah Kulit Pisang Kepok Menggunakan Destilator Model Refluk	
5	Akbar Rizky Hidayat	1807230081	Pengaruh Campuran Bioetanol Berbahan Dasar Kulit Pisang Terhadap Kualitas Peralite Pada Unjuk Kerja Motor Bakar	
6	Muhammad Refan	1807230042	Analisa Unjuk Kerja Motor Bakar Menggunakan Bahan Bakar Variasi Campuran Premium dan Bioetanol	
7	Dicky Farhan	1807230072	Pengaruh Variasi Viskositas Bioetanol Terhadap Unjuk Kerja Motor Bakar Dengan Metode Peningkatan Periode Fermentasi	

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

Berikut adalah tempat dan waktu penelitian yang dilakukan pada penelitian pengaruh campuran bioetanol berbahan dasar kulit pisang terhadap kualitas pertalite pada unjuk kerja motor bakar.

3.1.1 Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Bengkel Rekanan Senddenk Speed Shop, Jln Iskandar, Sidorejo Hilir, Kota Medan, Sumatera Utara

3.1.2 Waktu Penelitian

Adapun waktu pelaksanaan kegiatan ini adalah 4 minggu setelah proposal judul tugas akhir disetujui.

Tabel 3.1 Waktu Penelitian

No	Jenis Kegiatan	Bulan					
		3	4	5	6	7	8
1	Pengajuan Judul	■					
2	Studi Kasus	■					
3	Pembuatan Proposal		■	■			
4	Pengambilan Data			■	■	■	
5	Analisa Data					■	■
6	Penyusunan Laporan Penelitian						■

3.2 Bahan dan Alat

3.2.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Pertalite



Gambar 3.1 Petalite

Pertalite digunakan untuk mengisi bahan bakar motor vario matic 125cc.

2. Bioetanol



Gambar 3.2 Bioetanol

Bioetanol digunakan untuk campuran pertalite.

3.2.2 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

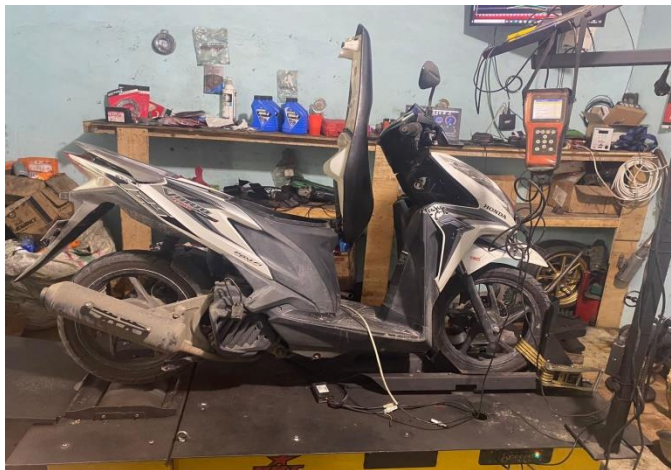
1. Selang Bensin



Gambar 3.3 Selang Bensin

Selang Bensin digunakan untuk memindahkan bahan bakar yang telah di uji.

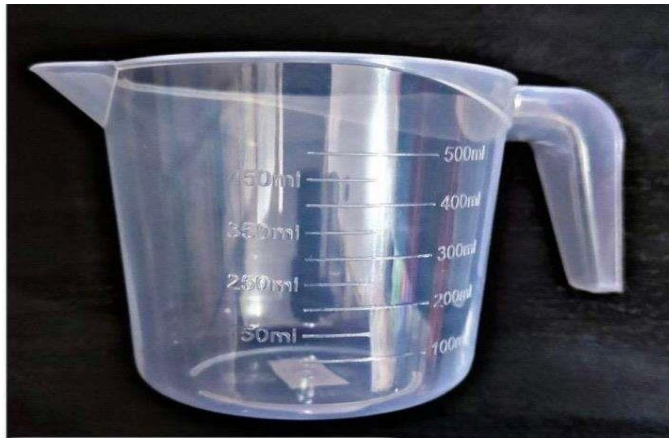
2. Dynotest Motor



Gambar 3.4 Dynotest Motor

Dynotest Motor digunakan untuk pengujian performa mesin kendaraan sepeda motor.

3. Gelas Ukur



Gambar 3.5 Gelas Ukur

Gelas Ukur digunakan untuk mengukur pertalite yang digunakan dan bioetanol yang digunakan .

4. Moto matic vario 125cc

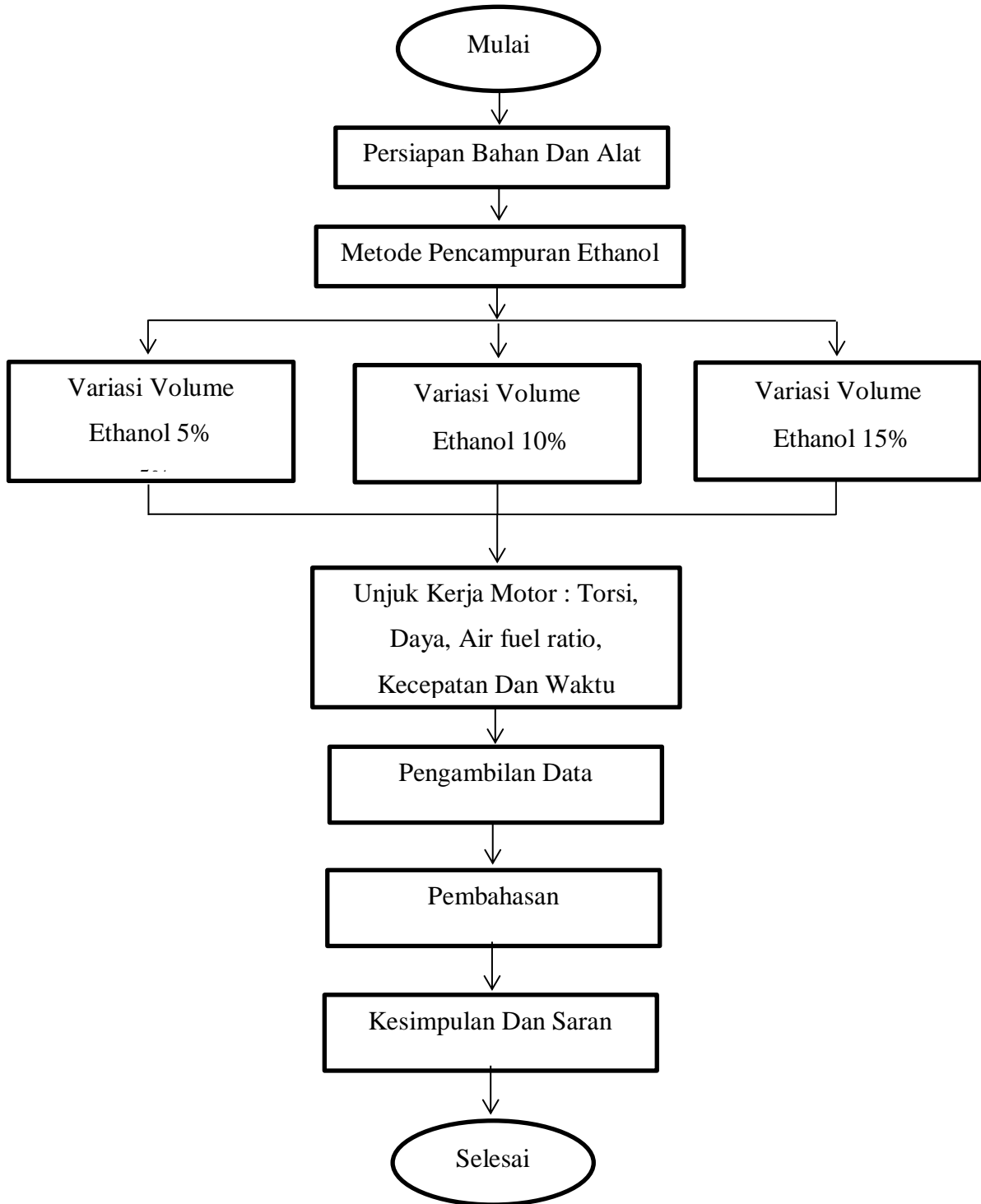


Gambar 3.6 Sepeda Motor Matic 125cc

Digunakan sebagai objek penelitian.

3.3 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian yang dilakukan dengan prosedur adalah sebagai berikut seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 3.7 Bagan Alir Penelitian

3.4 Rancangan Penelitian



Keterangan :

1. Tabung destilator, Sebagai wadah bahan olahan bioetanol
2. Kondensor, Sebagai tahap akhir destilasi dengan cara mengubah uap panas menjadi etanol melalui proses kondensat atau pengembunan.
3. Tabung air, Sebagai wadah air untuk proses sirkulasi air ke kondensor
4. Pipa saluran, Sebagai jalur keluar uap menuju kondensor
5. Selang, Sebagai jalur sirkulasi air
6. Thermostat, Sebagai perangkat pengatur suhu yang akan mengubah temperatur mendekati dengan pengaturan yang ditetapkan

3.5 Prosedur Penelitian

Setelah proses penempatan dan penyusunan peralatan dan juga motor ingin diuji telah selesai dilakukan, maka setelah itu dilakukan pengecekan terhadap alat dynotest. Pelaksanaan dari penelitian ini dapat dilakukan dengan Variasi campuran Bioetanol dengan volume sebesar 5%, 10%, 15% . Dan penelitian dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Mempersiapkan alat dan bahan untuk penelitian.
2. Memverifikasi alat ukur bahan bakar.
3. Menghidupkan mesin pada objek penelitian.
4. Mempersiapkan bahan bakar pertalite di dalam gelas ukur.

5. Mempersiapkan perlengkapan alat dan instrumen pengujian yang akan digunakan.
 6. Mengisikan bahan bakar dan mengatur volume pada gelas ukur.
 7. Menghidupkan mesin.
 8. Memanaskan mesin motor sehingga mendekati suhu kerja selama 2-3 menit.
 9. Memulai pengujian dalam hitungan waktu 10 detik.
 10. memulai pengujian dan pengambilan data dengan alat *dynotest* dengan *range* 4500 rpm sampai 7000 rpm.
6. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali pengulangan.
 7. Penambahan *Ethanol*.
 8. Mengulangi langkah 1-3 secara berurutan.
 9. Perolehan data.

3.6 Variabel Bebas

Variabel bebas merupakan variabel yang besarnya tidak dapat ditentukan peneliti, tetapi besarnya tergantung pada variabel terikatnya. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh hasil unjuk kerja maksimal dari mesin motor matic 125 cc, dengan menganalisa data-data yang meliputi:

1. Torsi (N.m)
2. Daya (Hp)
3. Kecepatan (Km/h)

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perbandingan torsi motor matic 125 cc dengan pertalite tanpa campuran dan variasi campuran 5%, 10%, 15% bioetanol.

- Pertalite Murni di putaran mesin = 5450

Diketahui :

$$1 \text{ ft.lb} = 1.3558 \text{ Nm}$$

$$\text{Torsi} = 6,5 \text{ ft.lb} \rightarrow 8,81 \text{ Nm}$$

$$1 \text{ mm} = 0,001 \text{ m}$$

$$d = 52 \text{ mm} \rightarrow 0,052 \text{ m}$$

Ditanya : $F = ?$

$$\text{Jawab} = T = F \times d \text{ jadi } F = \frac{T}{d}$$

$$F = \frac{8,81}{0,052}$$

$$F = 169,42 \text{ N}$$

Jadi, $T = F \times d$

$$T = 169,42 \times 0,052$$

$$T = 8,81 \text{ Nm}$$

- Pertalite Murni di putaran mesin 5520

Diketahui :

$$1 \text{ ft.lb} = 1.3558 \text{ Nm}$$

$$\text{Torsi} = 6,7 \text{ ft.lb} \rightarrow 9,08 \text{ Nm}$$

$$1 \text{ mm} = 0,001 \text{ m}$$

$$d = 52 \text{ mm} \rightarrow 0,052 \text{ m}$$

Ditanya : $F = ?$

$$\text{Jawab} = T = F \times d \text{ jadi } F = \frac{T}{d}$$

$$F = \frac{9,08}{0,052}$$

$$F = 174,61 \text{ N}$$

Jadi, $T = F \times d$

$$T = 174,61 \times 0,052$$

$$T = 9,08 \text{ Nm}$$

- Peralite Murni di putaran mesin 5750

Diketahui :

$$1 \text{ ft.lb} = 1.3558 \text{ Nm}$$

$$\text{Torsi} = 7,7 \text{ ft.lb} \rightarrow 10,43 \text{ Nm}$$

$$1 \text{ mm} = 0,001 \text{ m}$$

$$d = 52 \text{ mm} \rightarrow 0,052 \text{ m}$$

Ditanya : $F = ?$

$$\text{Jawab} = T = F \times d \text{ jadi } F = \frac{T}{d}$$

$$F = \frac{10,43}{0,052}$$

$$F = 200,57 \text{ N}$$

Jadi, $T = F \times d$

$$T = 200,57 \times 0,052$$

$$T = 10,43 \text{ Nm}$$

- Peralite Murni di putaran mesin 5780

Diketahui :

$$1 \text{ ft.lb} = 1.3558 \text{ Nm}$$

$$\text{Torsi} = 7,7 \text{ ft.lb} \rightarrow 10,43 \text{ Nm}$$

$$1 \text{ mm} = 0,001 \text{ m}$$

$$d = 52 \text{ mm} \rightarrow 0,052 \text{ m}$$

Ditanya : $F = ?$

$$\text{Jawab} = T = F \times d \text{ jadi } F = \frac{T}{d}$$

$$F = \frac{10,43}{0,052}$$

$$F = 200,57 \text{ N}$$

Jadi, $T = F \times d$

$$T = 200,57 \times 0,052$$

$$T = 10,43 \text{ Nm}$$

- Peralite Murni di putaran mesin 5790

Diketahui :

$$1 \text{ ft.lb} = 1.3558 \text{ Nm}$$

$$\text{Torsi} = 7,6 \text{ ft.lb} \rightarrow 10,30 \text{ Nm}$$

$$1 \text{ mm} = 0,001 \text{ m}$$

$$d = 52 \text{ mm} \rightarrow 0,052 \text{ m}$$

Ditanya : $F = ?$

$$\text{Jawab} = T = F \times d \text{ jadi } F = \frac{T}{d}$$

$$F = \frac{10,30}{0,052}$$

$$F = 198,07 \text{ N}$$

Jadi, $T = F \times d$

$$T = 198,07 \times 0,052$$

$$T = 10,30 \text{ Nm}$$

4.1 Tabel torsi dengan bahan bakar pertalite murni

Torsi	Putaran Mesin
6,5	5450
6,7	5520
7,7	5750
7,7	5780
7,6	5790

4.2 Tabel torsi bahan bakar pertalite dengan campuran 5% bioetanol

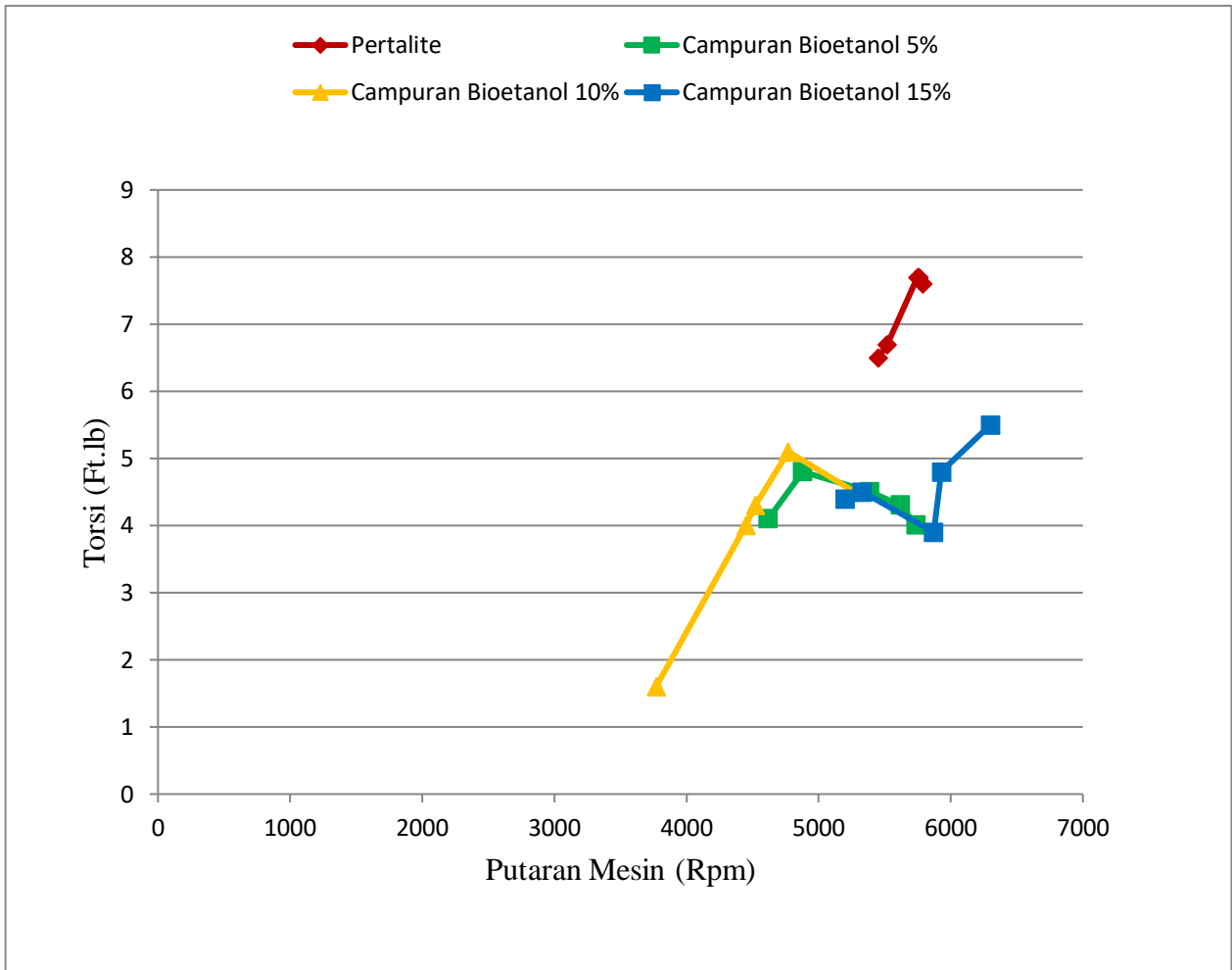
Torsi	Putaran Mesin
4,1	4620
4,8	4880
4,5	5390
4,3	5620
4	5740

4.3 Tabel torsi bahan bakar pertalite dengan campuran 10% bioetanol

Torsi	Putaran Mesin
1,6	3770
4	4450
4,3	4520
5,1	4770
4,5	5270

4.4 Tabel torsi bahan bakar pertalite dengan campuran 15% bioetanol

Torsi	Putaran Mesin
4,4	5200
4,5	5330
3,9	5870
4,8	5930
5,5	6300



Gambar 4.1 Grafik Perbandingan Pengaruh Campuran Pertalite Dengan Bioetanol Berbahan Dasar Kulit Pisang pada Torsi Mesin

Pada grafik diatas menunjukkan torsi mesin bahan bakar pertalite dengan berbagai variasi campuran bioetanol, torsi menurun dengan meningkatnya putaran mesin di kisaran 5000 rpm. Torsi dan daya mesin untuk semua bahan bakar pertalite dengan campuran bioetanol berbahan dasar kulit pisang mengalami penurunan, untuk torsi di variasi 5% mengalami penurunan sekitar 3,7 ft.lbs, untuk torsi di variasi 10% mengalami penurunan sekitar 2 ft.lbs, untuk torsi di variasi 15% mengalami penurunan penurusan sekitar 3,8 ft.lbs. Dibandingkan dengan menggunakan bahan bakar murni pertalite, ini mungkin terjadi karna campuran bioetanol berbahan dasar kulit pisang dengan pertalite tidak memiliki kadar oksigen yang lebih tinggi daripada pertalite, sehingga tidak dapat meningkatkan pembakaran dan menyebabkan penurunan torsi mesin Menurut, Karaaslan *dkk* (2011).

4.2 Perbandingan daya motor matic 125 cc dengan pertalite tanpa campuran dan variasi campuran 5%, 10%, 15% bioetanol

- Pertalite Murni di putaran mesin = 5450

Diketahui :

$$T = 8,81 \text{ Nm}$$

$$n = 5450$$

$$\pi = 3,14$$

Ditanya : Ne ?

Jawab =

$$Ne = \frac{2 \times \pi \times T \times n}{60 \times 750}$$

$$Ne = \frac{2 \times 3,14 \times 8,81 \times 5450}{60 \times 750}$$

$$Ne = 6,7 \text{ Hp}$$

- Pertalite Murni di putaran mesin = 5520

Diketahui :

$$T = 9,08 \text{ Nm}$$

$$n = 5520$$

$$\pi = 3,14$$

Ditanya : Ne ?

Jawab =

$$Ne = \frac{2 \times \pi \times T \times n}{60 \times 750}$$

$$Ne = \frac{2 \times 3,14 \times 9,08 \times 5520}{60 \times 750}$$

$$N_e = 6,9 \text{ Hp}$$

- Peralite Murni di putaran mesin = 5750

Diketahui :

$$T = 10,43 \text{ Nm}$$

$$n = 5750$$

$$\pi = 3,14$$

Ditanya : N_e ?

Jawab =

$$N_e = \frac{2 \times \pi \times T \times n}{60 \times 750}$$

$$N_e = \frac{2 \times 3,14 \times 10,43 \times 5750}{60 \times 750}$$

$$N_e = 8,3 \text{ Hp}$$

- Peralite Murni di putaran mesin = 5780

Diketahui :

$$T = 10,43 \text{ Nm}$$

$$n = 5780$$

$$\pi = 3,14$$

Ditanya : N_e ?

Jawab =

$$N_e = \frac{2 \times \pi \times T \times n}{60 \times 750}$$

$$N_e = \frac{2 \times 3,14 \times 10,43 \times 5780}{60 \times 750}$$

$$N_e = 8,4 \text{ Hp}$$

- Peralite Murni di putaran mesin = 5790

Diketahui :

$$T = 10,30 \text{ Nm}$$

$$n = 5790$$

$$\pi = 3,14$$

Ditanya : N_e ?

Jawab =

$$N_e = \frac{2 \times \pi \times T \times n}{60 \times 750}$$

$$N_e = \frac{2 \times 3,14 \times 10,30 \times 5790}{60 \times 750}$$

$$N_e = 8,3 \text{ Hp}$$

4.5 Tabel daya dengan bahan bakar pertalite murni

Daya	Putaran Mesin
6,7	5450
6,9	5520
8,3	5750
8,4	5780
8,3	5790

4.6 Tabel daya bahan bakar pertalite dengan campuran 5% bioetanol

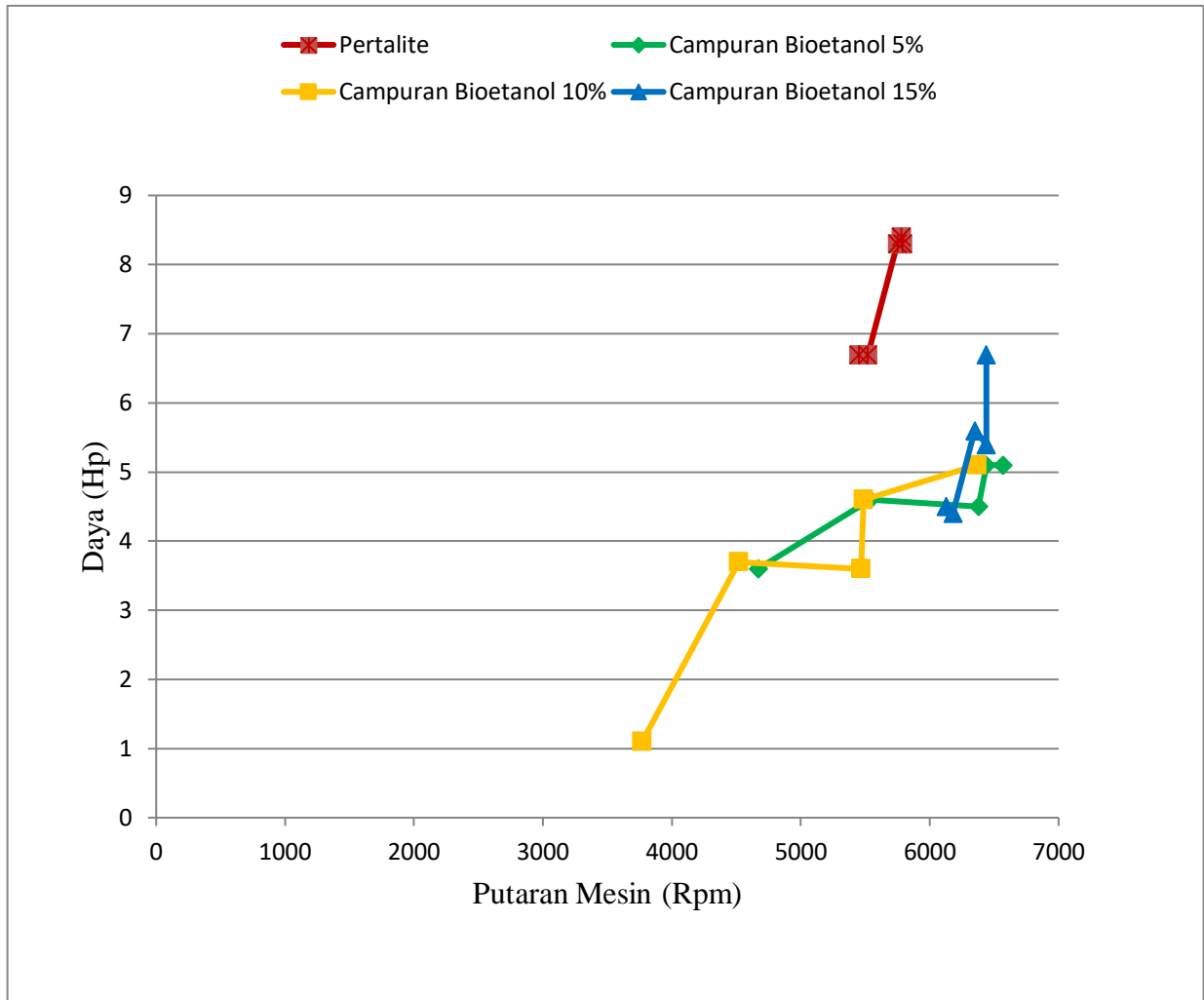
Daya	Putaran Mesin
3,6	4670
4,6	5540
4,5	6380
5,1	6440
5,1	6570

4.7 Tabel daya bahan bakar pertalite dengan campuran 10% bioetanol

Daya	Putaran Mesin
1,1	3770
3,7	4520
3,6	5470
4,6	5490
5,1	6370

4.8 Tabel daya bahan bakar pertalite dengan campuran 15% bioetanol

Daya	Putaran Mesin
4,5	6130
4,4	6180
5,6	6350
5,4	6440
5,4	6440



Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Pengaruh Campuran Pertalite Dengan Bioetanol Berbahan Dasar Kulit Pisang Pada Daya Mesin

Pada grafik diatas menunjukkan daya mesin bahan bakar pertalite dengan berbagai variasi campuran bioetanol, daya menurun dengan meningkatnya putaran mesin di sekitar 5000-6000 rpm. Daya mesin untuk bahan bakar pertalite dengan campuran bioetanol berbahan dasar kulit pisang mengalami penurunan, Daya mesin di variasi 5% mengalami penurunan sekitar 2,4 Hp, untuk daya di variasi 10% mengalami penurunan sekitar 3,1 Hp, untuk daya di variasi 15% mengalami penurunan sekitar 4,1 Hp. Sama dengan seperti torsi di atas ini mungkin terjadi karna campuran bioetanol berbahan dasar kulit pisang dengan pertalite tidak memiliki kadar oksigen yang lebih tinggi daripada pertalite, sehingga tidak dapat meningkatkan pembakaran dan menyebabkan penurunan daya Mesin Menurut, Karaaslan *dkk* (2011).

4.3 Perbandingan air fuel ratio motor matic 125 cc dengan pertalite tanpa campuran dan variasi campuran 5%, 10%, 15% bioetanol

4.9 Tabel air fuel ratio dengan bahan bakar pertalite murni

Air Fuel Ratio	Putaran Mesin
20	3660
20	4160
14	4660
13	4690
14	6270

4.10 Tabel air fuel ratio bahan bakar pertalite dengan campuran 5% bioetanol

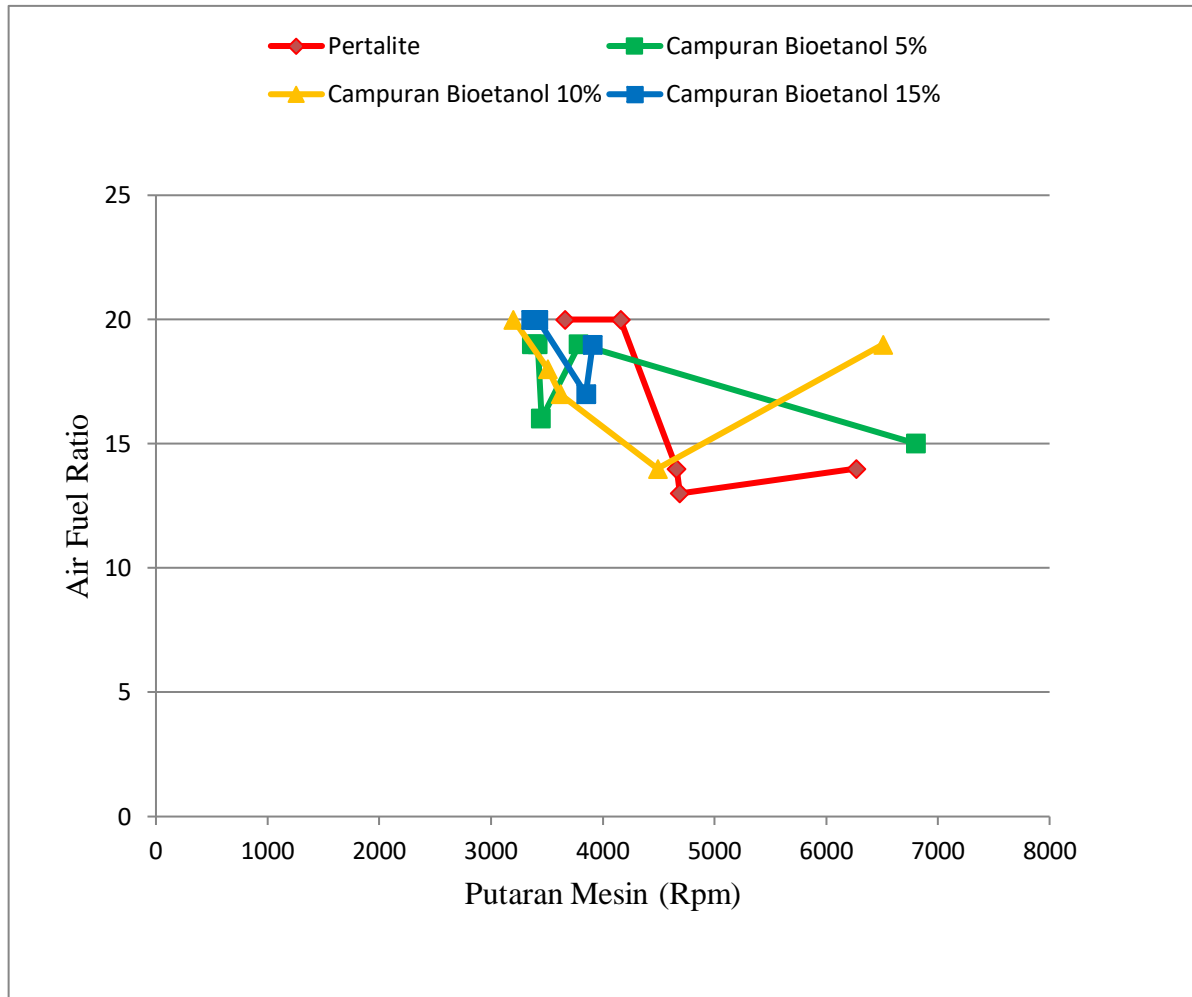
Air Fuel Ratio	Putaran Mesin
19	3370
19	3420
16	3450
19	3790
15	6810

4.11 Tabel air fuel ratio bahan bakar pertalite dengan campuran 10% bioetanol

Air Fuel Ratio	Putaran Mesin
20	3200
18	3510
17	3620
17	4490
19	6510

4.12 Tabel air fuel ratio bahan bakar pertalite dengan campuran 15% bioetanol

Air Fuel Ratio	Putaran Mesin
20	3360
20	3400
20	3420
17	3850
19	3910



Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Pengaruh Campuran Pertalite Dengan Bioetanol Berbahan Dasar Kulit Pisang Pada Air Fuel Ratio

Pada grafik diatas menunjukkan air fuel ratio menurun di sekitaran 3500 Rpm, untuk di variasi 5% mengalami penurunan sekitar 1 AFR, untuk di variasi 10% mengalami penurunan sekitar 3 AFR, untuk di variasi 15% mengalami penurunan sekitar 3 AFR, hal ini menunjukkan penghematan bahan bakar yang terjadi karna adanya campuran bioetanol tetapi juga bisa di lihat gambar di atas penurun fuel ratio ini juga pasti berdampak pada torsi dan daya mesin, oleh karna itu torsi dan daya mesin juga menurun yang dapat di liat pada gambar sebelumnya. Hasil ini sesuai dengan kesimpulan dari penelitian Najafi *dkk.* (2009) yang menyatakan bahwa dengan menurunnya persentasi campuran bioetanol diikuti dengan air fuel ratio.

4.4 Perbandingan kecepatan dan waktu yang di dapat motor matic 125 cc dengan pertalite tanpa campuran dan variasi campuran 5%, 10%, 15% bioetanol

- Jarak tempuh pertalite murni dengan kecepatan 28 km/h

Diketahui :

$$1 \text{ km/h} = 0,27 \text{ m/s}$$

$$v = 28 \text{ km/h} \rightarrow 7,77 \text{ m/s}$$

$$t = 44 \text{ s}$$

Ditanya : s ?

Jawab =

$$s = v \cdot t$$

$$s = 7,77 \cdot 44$$

$$s = 341,88 \text{ m}$$

- Jarak tempuh pertalite murni dengan kecepatan 35 km/h

Diketahui :

$$1 \text{ km/h} = 0,27 \text{ m/s}$$

$$v = 35 \text{ km/h} \rightarrow 9,72 \text{ m/s}$$

$$t = 70 \text{ s}$$

Ditanya : s ?

Jawab =

$$s = v \cdot t$$

$$s = 9,72 \cdot 70$$

$$s = 680,4 \text{ m}$$

- Jarak tempuh pertalite murni dengan kecepatan 36 km/h

Diketahui :

$$1 \text{ km/h} = 0,27 \text{ m/s}$$

$$v = 36 \text{ km/h} \rightarrow 10 \text{ m/s}$$

$$t = 90 \text{ s}$$

Ditanya : s ?

Jawab =

$$s = v \cdot t$$

$$s = 10 \cdot 90$$

$$s = 900 \text{ m}$$

- Jarak tempuh pertalite murni dengan kecepatan 40 km/h

Diketahui :

$$1 \text{ km/h} = 0,27 \text{ m/s}$$

$$v = 40 \text{ km/h} \rightarrow 11,11 \text{ m/s}$$

$$t = 104 \text{ s}$$

Ditanya : s ?

Jawab =

$$s = v \cdot t$$

$$s = 11,11 \cdot 104$$

$$s = 1.122,11 \text{ m}$$

- Jarak tempuh pertalite murni dengan kecepatan 65 km/h

Diketahui :

$$1 \text{ km/h} = 0,27 \text{ m/s}$$

$$v = 65 \text{ km/h} \rightarrow 18,05 \text{ m/s}$$

$$t = 178 \text{ s}$$

Ditanya : s ?

Jawab =

$$s = v \cdot t$$

$$s = 18,05 \cdot 178$$

$$s = 3.212,9 \text{ m}$$

4.13 Tabel kecepatan dan waktu bahan bakar pertalite murni

Kecepatan (Km/h)	Waktu (s)
28	44
35	70
36	90
40	104
65	178

4.14 Tabel kecepatan dan waktu bahan bakar pertalite dengan campuran 5% bioetanol

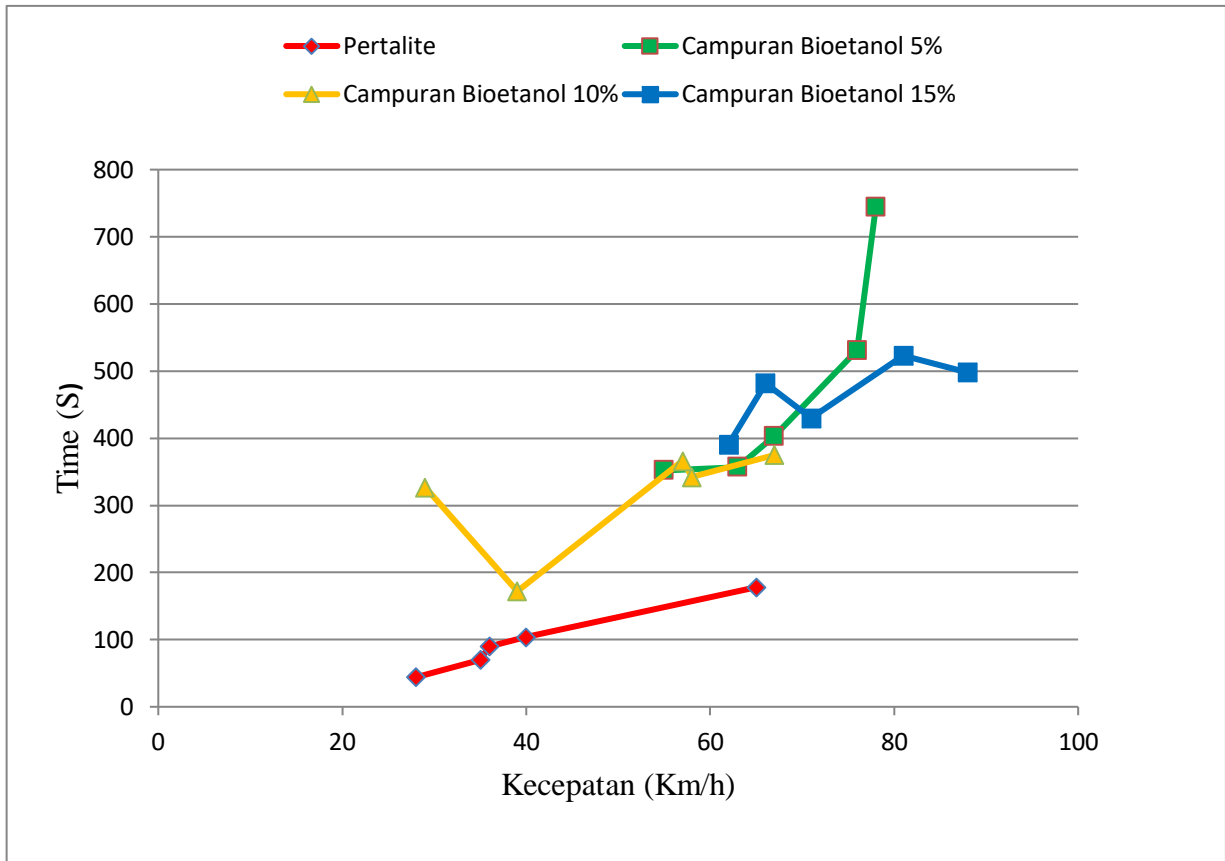
Kecepatan (Km/h)	Waktu (s)
55	352
63	357
67	403
76	531
78	744

4.15 Tabel kecepatan dan waktu bahan bakar pertalite dengan campuran 10% bioetanol

Kecepatan (Km/h)	Waktu (s)
29	327
39	172
57	366
58	342
67	375

4.16 Tabel kecepatan dan waktu bahan bakar pertalite dengan campuran 15% bioetanol

Kecepatan (Km/h)	Waktu (s)
62	391
66	482
71	430
81	523
88	498



Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Waktu Pengaruh Campuran Pertalite Dengan Bioetanol Berbahan Dasar Kulit Pisang Pada Waktu Dan Kecepatan.

Pada grafik diatas menunjukkan peningkatan waktu yang diperoleh dikisaran kecepatan 60 km/h, pada bahan bakar pertalite tanpa campuran di dapat kecepatan 65 km/h dalam waktu 180 s, sedangkan untuk variasi 5% mengalami peningkatan waktu menjadi 400 s dengan kecepatan 67 km/h, di variasi 10% juga mengalami peningkatan waktu menjadi 375 s dengan kecepatan 67 km/h, dan untuk variasi 15% juga mengalami peningkatan waktu menjadi 485 s di kecepatan 66 km/h. Hal ini mungkin terjadi karena adanya penurunan nilai oktan sangat berpengaruh pada pembakaran, sehingga jika kualitas bahan bakar kurang baik maka tidak akan terjadi proses pembakaran sempurna. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya menurut Winarno (2011:39)

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

- Torsi mesin bahan bakar pertalite dengan berbagai variasi campuran bioetanol, torsi menurun dengan meningkatnya putaran mesin di kisaran 5000 rpm. Torsi dan daya mesin untuk semua bahan bakar pertalite dengan campuran bioetanol berbahan dasar kulit pisang mengalami penurunan, untuk torsi di variasi 5% mengalami penurunan sekitar 3,7 ft.lbs, untuk torsi di variasi 10% mengalami penurunan sekitar 2 ft.lbs, untuk torsi di variasi 15% mengalami penurunan penurusan sekitar 3,8 ft.lbs.

- Daya menurun dengan meningkatnya putaran mesin di sekitar 5000-6000 rpm. Daya mesin untuk bahan bakar pertalite dengan campuran bioetanol berbahan dasar kulit pisang mengalami penurunan, Daya mesin di variasi 5% mengalami penurunan sekitar 2,4 Hp, untuk daya di variasi 10% mengalami penurunan sekitar 3,1 Hp, untuk daya di variasi 15% mengalami penurunan sekitar 4,1 Hp.

- Fuel ratio menurun di sekitaran 3500 Rpm, untuk di variasi 5% mengalami penurunan sekitar 1 AFR, untuk di variasi 10% mengalami penurunan sekitar 3 AFR, untuk di variasi 15% mengalami penurunan sekitar 3 AFR.

- Peningkatan waktu yang diperoleh dikisaran kecepatan 60 km/h, pada bahan bakar pertalite tanpa campuran di dapat kecepata 65 km/h dalam waktu 180 s, sedangkan untuk variasi 5% mengalami peningkatan waktu menjadi 400 s dengan kecepatan 67 km/h, di variasi 10% juga mengalami peningkatan waktu menjadi 375 s dengan kecepatan 67 km/h, dan untuk variasi 15% juga mengalami peningkatan waktu menjadi 485 s di kecepatan 66 km/h.

5.2 Saran

Penelitian yang dilakukan terhadap pertalite dengan campuran bioetanol berbahan dasar kulit pisang dalam unjuk kerja motor bakar, mengharapkan adanya peningkatan untuk penelitian selanjutnya agar bisa meningkatkan torsi dan daya mesin sehingga dapat menghasilkan waktu yang tercepat dengan kecepatan yang diinginkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Himyari, B. A., Yasin, A., & Gitano, H. (2014). Review of air-fuel ratio prediction and control methods. *Asian Journal of Applied Sciences*, 2, 4.
- Amaria, Isnawati, R., dan Tukiran. 1999. *Biomassa Saccharomyces cerevisiae* dari Limbah Buah dan sayur Sebagai Sumber Vitamin B. Pusat Kajian Makanan Tradisional. Lemlit Universitas Negri Surabaya. Surabaya, halaman 56-57.
- Arismunandar, Wiranto. 1977. *Penggerak Mula: Motor Bakar Torak*. Bandung: Penerbit ITB.
- Bailey, J. E. dan Ollis, E.L. 1986. *Biochemical Engineering Fundamentals*, 2nd edition. McGraw-Hill, New York, halaman 77-79.
- Dewati, R. 2008. Limbah Kulit Pisang Kepok Sebagai Bahan Baku Pembuatan Ethanol. *Skripsi*. UPN Veteran, Jatim.
- Dyah, T. R. 2008. Pembuatan Bioetanol Dari Kulit Pisang. *Skripsi*. Program Studi Teknik Kimia UPN Veteran, Yogyakarta.
- Erliza. 2008. *Teknologi Bioenergi*. Penerbit Agro Media. Jakarta. Halaman 70-77.
- Fauziah, Vina. 2015. Pengaruh Variasi Konsentrasi Asam dan Waktu Hidrolisis Terhadap Produksi Bioetanol dari Limbah Kulit Pisang Kepok Kuning (*Musa balbisiana* BBB). *Skripsi S1 Farmasi*. UIN Syarif Hidayatullah, Jakarta.
- Girindra, Aisjah. 1986. *Biokimia 1*. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, halaman 34-40.
- Handayani, Sri Utami. 2007. Pemanfaatan Bio Ethanol Sebagai Bahan Bakar Pengganti Bensin. *Gema Teknologi*. Vol. 15. No. 2. Hal 99-102.
- Haryani, S. 2008. Produksi Bioetanol dai Sirup Glukosa Ubi Jalar (*Ipomoea batatas* L.) Menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*. *Skripsi*. Program Sarjana S1, Fakultas Teknologi Pertanian IPB, Bogor.
- Hidayat. 2006. *Produksi Bioetanol*. <http://www.migas-indonesia.com>. 21 September 2017.
- Idral, D.D. M, Salim. E, Mardiah. 2012. Pembuatan Bioetanol dari Ampas Sagu dengan Proses Hidrolisis Asam dan Menggunakan *Saccharomyces cereviceae*. *Jurnal Kimia Unand*. 1(1):34-39. Sumatra Utara.
- Irawan, E. P. 2013. Optimasi Produksi Bioetanol Dari Tepung Garut (*Maranta arundinacea* Linn.) dengan Variasi pH, Kadar Pati dan sumber Khamir Komersial. *Naskah Skripsi S1*. Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.

- Jia, M., Gingrich, E., Wang, H., Li, Y., Ghandhi, J. B., & Reitz, R. D. (2016). Effect of combustion regime on in-cylinder heat transfer in internal combustion engines. *International Journal of Engine Research*, 17(3), 331–346
- Karaaslan, S., Erman, C., Hepkaya, E., dan Yücel, N. 2011. Numerical Investigation of Ethanol Fuel Blends on Engine Performance Characteristics by using Diesel-RK Software. *International Scientific Journal*: 36-39.
- Ketut, S. 2009. Produksi bioethanol dari rumput gajah secara kimia. *Jurnal Teknik Kimia* 4 (1) : 11-20
- Koç, M., Sekmen, Y., Topgül, T., dan Yücesu H.S. 2009. The Effects of Ethanol–Unleaded Gasoline Blends on Engine Performance and Exhaust Emissions in a Spark-Ignition Engine. *Renewable Energy*, 34: 2101-2106.
- Lopez, F. Noe A., Sandi Orli , Amparo Querol, dan Eladio Barrio. 2009. Effect of temperature, pH and sugar concentration on the growth parameters of *Saccharomyces cerevesiae*, *S. Kudriavzavii* and their interspecific hybrid. *International Journal of Food Microbiology*. 13 (1) : 120-127.
- Manente V, Zander CG, Johansson B, Tunestal P, Cannella W. An advanced internal combustion engine concept for low emissions and high efficiency from idle to max load using gasoline partially premixed combustion. SAE Technical Paper; 2010.
- Muchammad. 2010. Analisa Energi Campuran *Bioethanol* Premium. ROTASI. Vol.12. No. 2. Hal 31-33.
- Munadjim, 1982. *Teknologi Pengolahan Pisang*. Masa Baru, Bandung. Halaman 40-41.
- Najafi, G., Ghobadian, B., Tavakoli, T., Buttsworth, D., Yusaf, T., dan Faizollahnejad, M. 2009. Performance and Exhaust Emissions of a Gasoline Engine With Ethanol Blended Gasoline Fuels Using Artificial Neural Network. *Applied Energy*, 86:630-639.
- Osho A. 2005. Ethanol and sugar tolerance of wine yeasts isolated from fermenting cashew apple juice. *African Journal of Biotechnology* 4(1): 660-662.
- Prihandana. 2007. *Bioetanol Ubi kayu Bahan Bakar Masa Depan*. Agromedia, Jakarta. Halaman 77-80.
- Prescott, dan Dunn CG. 1959. *Industrial microbiology*. Mc Graw Hill, New York. Halaman 55-60
- Pudjatmaka, A.H dan Qodratillah, M.T. 2002. *Kamus Kimia*. Balai Pustaka, Jakarta, halaman 74-75.

- Purwadi R. 2006. Continuous ethanol production from dilute acid hydrolyzates: detoxification and fermentation strategi. *Thesis for The Degree of Doctor of Philosophy*. Departement of Chemical and Biological Engineering. University of Technology, Sweden.
- Raharjo, Winarno Dwi dan Karnowo. 2008. *Mesin Konversi Energi*. Semarang: Universitas Negeri Semarang Press.
- Rogers, P. L. dan Cail.R.G. 1991. *Ethanol as A Trasport Fuel-New Development in Production Technology*. Jogn Willey dan Sons Inc. New York, halaman 44-45.
- Sarjono dan F. E. A. Putra. 2013. Studi Eksperimen Pengaruh Campuran Bahan Bakar Premium dengan *Bioethanol* Nira Siwalan terhadap Performa Motor 4 Langkah. *Majalah Ilmiah STTR Cepu*. No. 16. Hal. 1-11.
- Sebayang, A.H., Masjuki, H., Ong, H.C., Dharma, S., Silitonga, A.S., Mahlia, T.M.I., dan Aditiya, H.B. 2016. A perspective on Bioethanol Production from Biomass as Alternative Fuel for Spark Ignition Engine. *RSC Advances*, 6: 14964-14992.
- Samsuri, M., M. Gozan, R. Mardias, M. Baiquni, H. Hermansyah, A. Wijanarko. 2007. Pemanfaatan sellulosa bagas untuk produksi etanol melalui sakarifikasi dan fermentasi serentak dengan enzim xylanase. *Makara Journal of Technology Series*, 11(1) : 17-24.
- Suhardiman, P. 1997. *Budidaya Pisang Cavendish*. Kanisius, Yogyakarta. Halaman 77-80.
- Sukowati, A., Sutikno, Samsul Rizal. 2014. Produksi bioethanol dari kulit pisang melalui hidrolisis asam sulfat. *Jurnal Teknologi dan Industri Hasil Pertanian* 19(3) : 274-288.
- Suprpto. 2004. *Bahan Bakar dan Pelumasan*. Buku Ajar. Semarang: Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
- Taherzadeh, M.J. dan K, Karimi. 2007. Acid-based hydrolysis processes for ethanol from lignocellulosic materials: a review. *Bio Resources* 2 (3) : 472-499.
- Williams, J. H., DeBenedictis, A., Ghanadan, R., Mahone, A., Moore, J., Morrow, W. R., & Torn, M. S. (2012). The technology path to deep greenhouse gas emissions cuts by 2050: The pivotal role of electricity. *Science*, 335(6064), 53–59.
- Winarno, Joko. 2011. Studi Eksperimental Pengaruh Penambahan *Bioethanol* pada Bahan Bakar Pertamina Terhadap Unjuk Kerja Motor Bensin. *Jurnal teknik*. Vol. 1. No. 1. Hal 33-39.

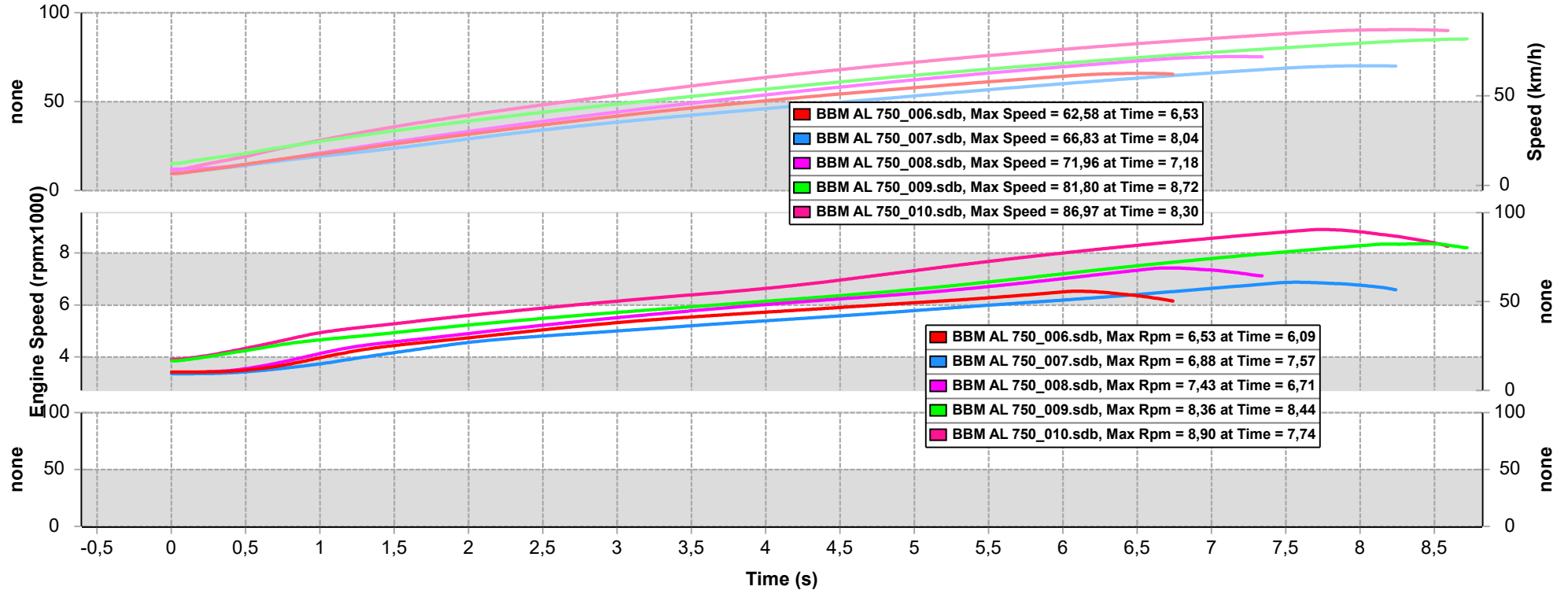
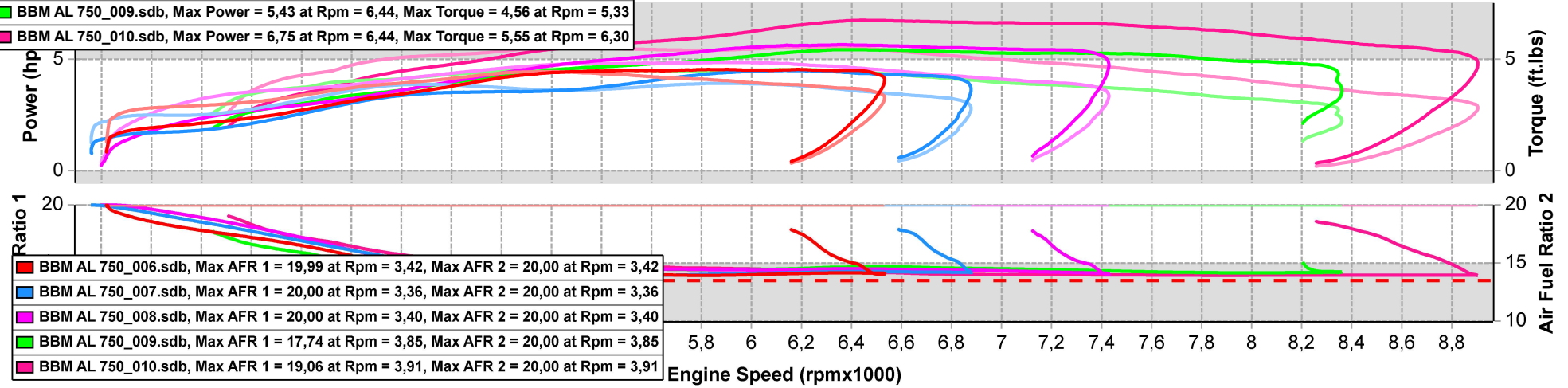
Winarno, F.G., dan Fardiaz S. 1992. Pengantar Teknologi Pangan. Gramedia, Jakarta. Halaman 60-66.



AHSISWA TEST

By Bintang Racing Team

- BBM AL 750_006.sdb, Max Power = 4,54 at Rpm = 6,18, Max Torque = 4,44 at Rpm = 5,20
- BBM AL 750_007.sdb, Max Power = 4,49 at Rpm = 6,13, Max Torque = 3,92 at Rpm = 5,87
- BBM AL 750_008.sdb, Max Power = 5,65 at Rpm = 6,35, Max Torque = 4,86 at Rpm = 5,93
- BBM AL 750_009.sdb, Max Power = 5,43 at Rpm = 6,44, Max Torque = 4,56 at Rpm = 5,33
- BBM AL 750_010.sdb, Max Power = 6,75 at Rpm = 6,44, Max Torque = 5,55 at Rpm = 6,30

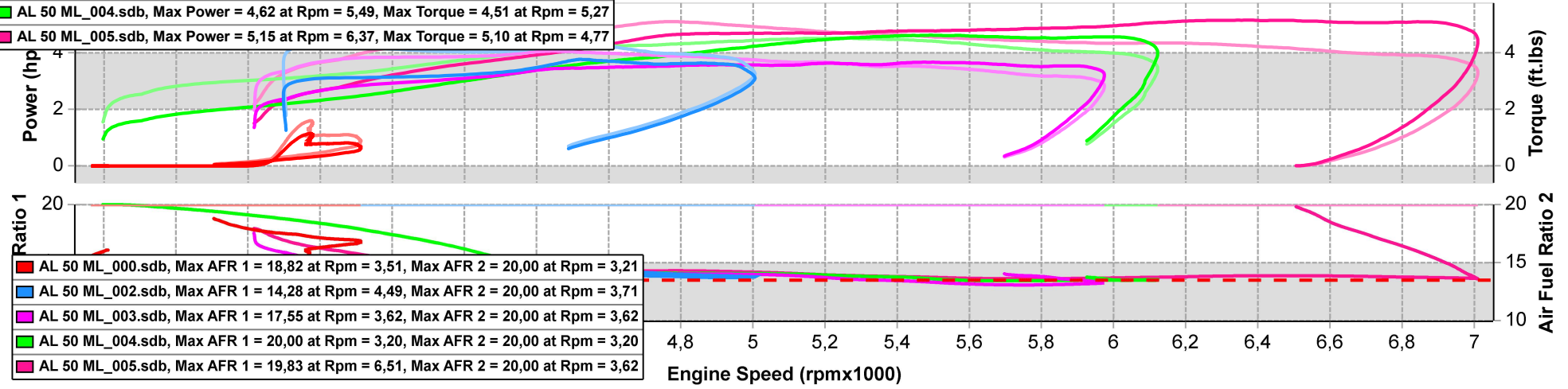




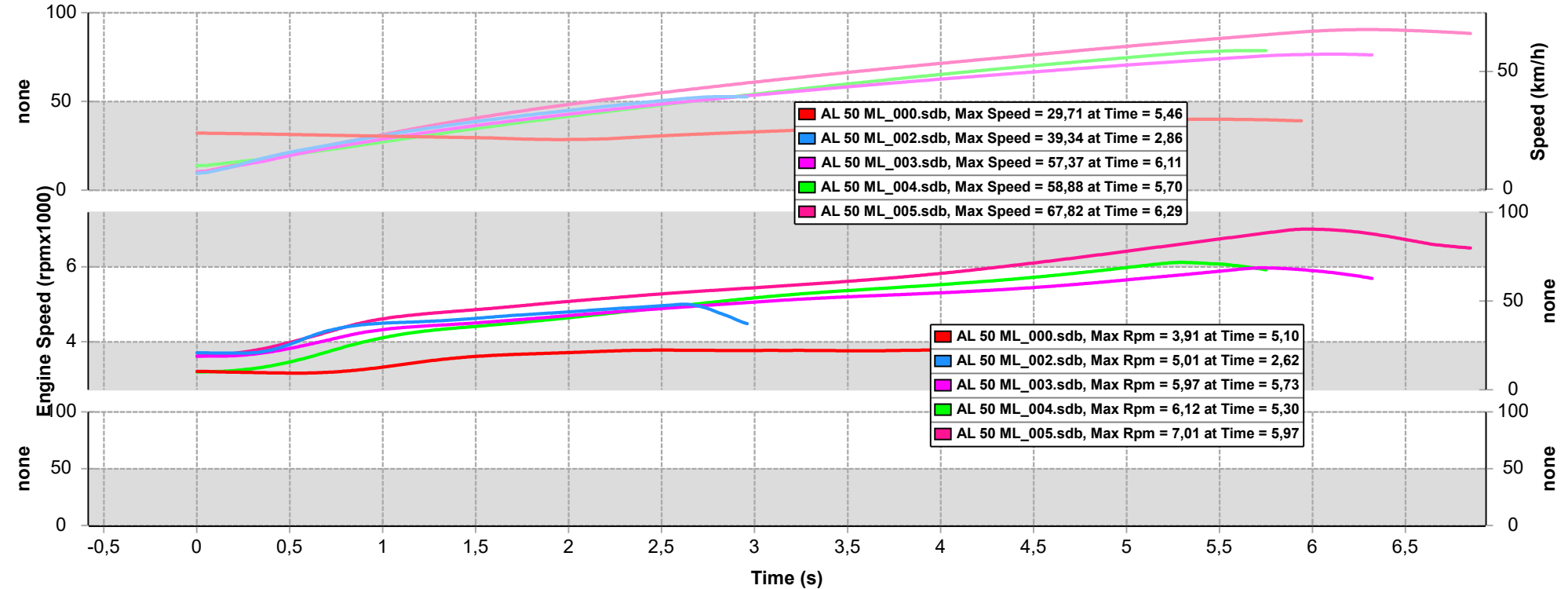
AHSISWA TEST

By Bintang Racing Team

- AL 50 ML_000.sdb, Max Power = 1,15 at Rpm = 3,77, Max Torque = 1,60 at Rpm = 3,77
- AL 50 ML_002.sdb, Max Power = 3,76 at Rpm = 4,52, Max Torque = 4,37 at Rpm = 4,52
- AL 50 ML_003.sdb, Max Power = 3,66 at Rpm = 5,47, Max Torque = 4,06 at Rpm = 4,45
- AL 50 ML_004.sdb, Max Power = 4,62 at Rpm = 5,49, Max Torque = 4,51 at Rpm = 5,27
- AL 50 ML_005.sdb, Max Power = 5,15 at Rpm = 6,37, Max Torque = 5,10 at Rpm = 4,77



- AL 50 ML_000.sdb, Max AFR 1 = 18,82 at Rpm = 3,51, Max AFR 2 = 20,00 at Rpm = 3,21
- AL 50 ML_002.sdb, Max AFR 1 = 14,28 at Rpm = 4,49, Max AFR 2 = 20,00 at Rpm = 3,71
- AL 50 ML_003.sdb, Max AFR 1 = 17,55 at Rpm = 3,62, Max AFR 2 = 20,00 at Rpm = 3,62
- AL 50 ML_004.sdb, Max AFR 1 = 20,00 at Rpm = 3,20, Max AFR 2 = 20,00 at Rpm = 3,20
- AL 50 ML_005.sdb, Max AFR 1 = 19,83 at Rpm = 6,51, Max AFR 2 = 20,00 at Rpm = 3,62



- AL 50 ML_000.sdb, Max Speed = 29,71 at Time = 5,46
- AL 50 ML_002.sdb, Max Speed = 39,34 at Time = 2,86
- AL 50 ML_003.sdb, Max Speed = 57,37 at Time = 6,11
- AL 50 ML_004.sdb, Max Speed = 58,88 at Time = 5,70
- AL 50 ML_005.sdb, Max Speed = 67,82 at Time = 6,29

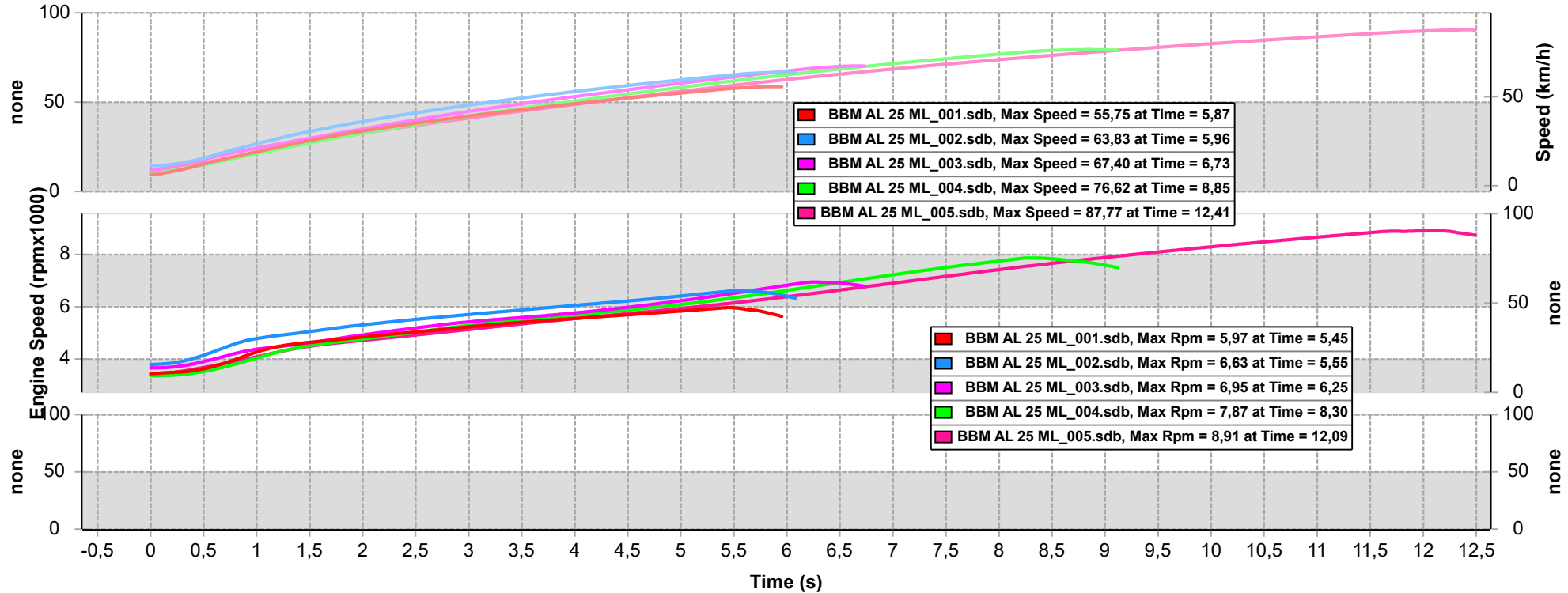
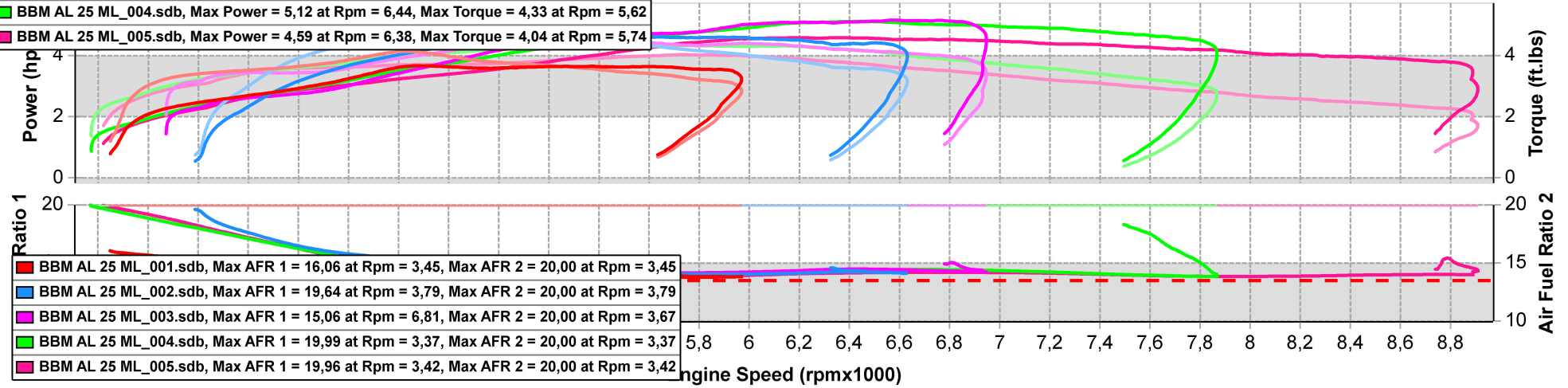
- AL 50 ML_000.sdb, Max Rpm = 3,91 at Time = 5,10
- AL 50 ML_002.sdb, Max Rpm = 5,01 at Time = 2,62
- AL 50 ML_003.sdb, Max Rpm = 5,97 at Time = 5,73
- AL 50 ML_004.sdb, Max Rpm = 6,12 at Time = 5,30
- AL 50 ML_005.sdb, Max Rpm = 7,01 at Time = 5,97



HSISWA TEST

By Bintang Racing Team

BBM AL 25 ML_001.sdb, Max Power = 3,67 at Rpm = 4,67, Max Torque = 4,14 at Rpm = 4,62
BBM AL 25 ML_002.sdb, Max Power = 4,62 at Rpm = 5,54, Max Torque = 4,87 at Rpm = 4,88
BBM AL 25 ML_003.sdb, Max Power = 5,16 at Rpm = 6,57, Max Torque = 4,50 at Rpm = 5,39
BBM AL 25 ML_004.sdb, Max Power = 5,12 at Rpm = 6,44, Max Torque = 4,33 at Rpm = 5,62
BBM AL 25 ML_005.sdb, Max Power = 4,59 at Rpm = 6,38, Max Torque = 4,04 at Rpm = 5,74

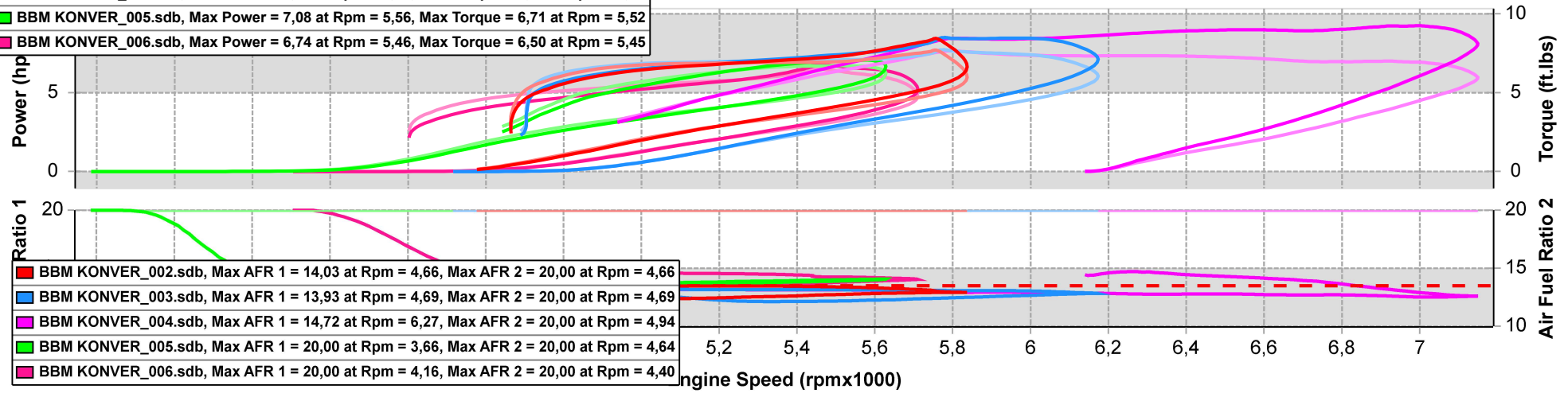




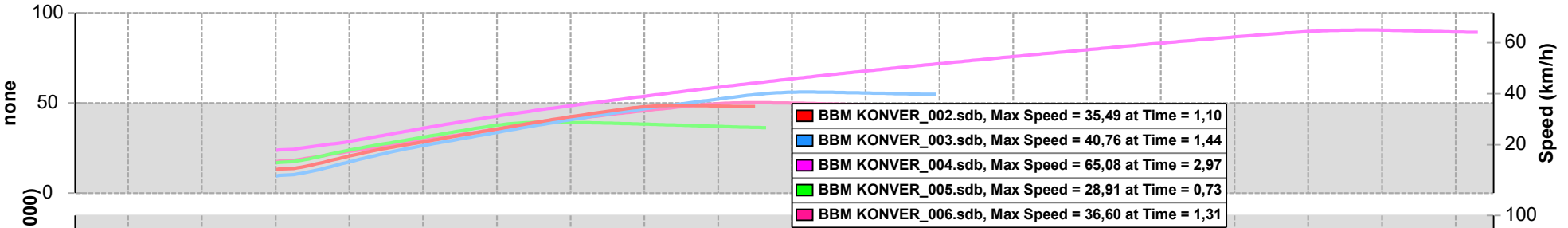
HSISWA TEST

By Bintang Racing Team

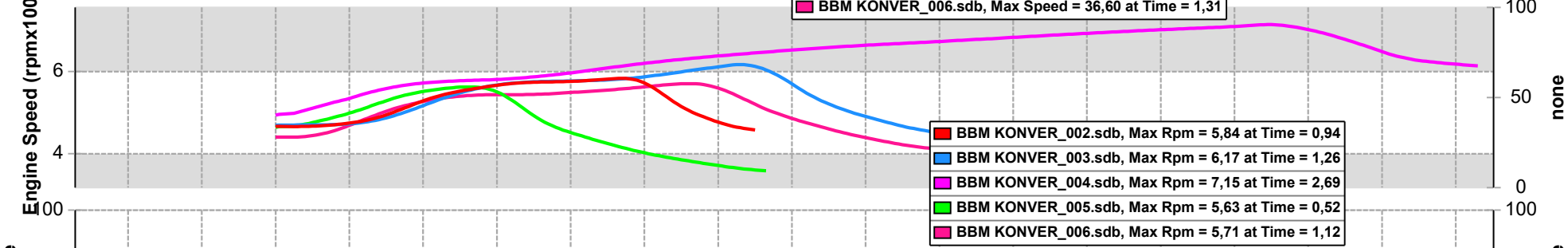
BBM KONVER_002.sdb, Max Power = 8,44 at Rpm = 5,75, Max Torque = 7,70 at Rpm = 5,75
BBM KONVER_003.sdb, Max Power = 8,50 at Rpm = 5,78, Max Torque = 7,72 at Rpm = 5,78
BBM KONVER_004.sdb, Max Power = 9,25 at Rpm = 7,00, Max Torque = 7,66 at Rpm = 5,79
BBM KONVER_005.sdb, Max Power = 7,08 at Rpm = 5,56, Max Torque = 6,71 at Rpm = 5,52
BBM KONVER_006.sdb, Max Power = 6,74 at Rpm = 5,46, Max Torque = 6,50 at Rpm = 5,45



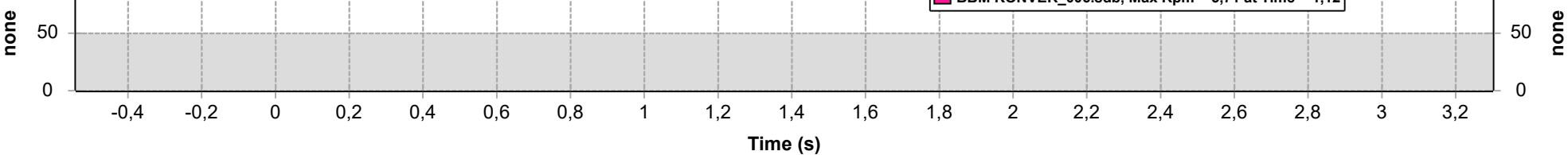
BBM KONVER_002.sdb, Max AFR 1 = 14,03 at Rpm = 4,66, Max AFR 2 = 20,00 at Rpm = 4,66
BBM KONVER_003.sdb, Max AFR 1 = 13,93 at Rpm = 4,69, Max AFR 2 = 20,00 at Rpm = 4,69
BBM KONVER_004.sdb, Max AFR 1 = 14,72 at Rpm = 6,27, Max AFR 2 = 20,00 at Rpm = 4,94
BBM KONVER_005.sdb, Max AFR 1 = 20,00 at Rpm = 3,66, Max AFR 2 = 20,00 at Rpm = 4,64
BBM KONVER_006.sdb, Max AFR 1 = 20,00 at Rpm = 4,16, Max AFR 2 = 20,00 at Rpm = 4,40



BBM KONVER_002.sdb, Max Speed = 35,49 at Time = 1,10
BBM KONVER_003.sdb, Max Speed = 40,76 at Time = 1,44
BBM KONVER_004.sdb, Max Speed = 65,08 at Time = 2,97
BBM KONVER_005.sdb, Max Speed = 28,91 at Time = 0,73
BBM KONVER_006.sdb, Max Speed = 36,60 at Time = 1,31



BBM KONVER_002.sdb, Max Rpm = 5,84 at Time = 0,94
BBM KONVER_003.sdb, Max Rpm = 6,17 at Time = 1,26
BBM KONVER_004.sdb, Max Rpm = 7,15 at Time = 2,69
BBM KONVER_005.sdb, Max Rpm = 5,63 at Time = 0,52
BBM KONVER_006.sdb, Max Rpm = 5,71 at Time = 1,12





UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya
Bila melewati surai tu agar diutamakan nomor dan tanggalnya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

UMSU Terakreditasi A Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 89/SK/BAN-PT/Akred/PT/III/2019
Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003
<https://fatek.umsu.ac.id> fatek@umsu.ac.id [f umsumedan](#) [ig umsumedan](#) [fb umsumedan](#) [yt umsumedan](#)

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor :1176 //II.3AU/UMSU-07/F/1

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Pada Tanggal 15 Desember 2021 dengan ini Menetapkan :

Nama : AKBAR RIZKY HIDAYAT
Npm : 1807230081
Program Studi : TEKNIK MESIN
Semester : VII (TUJUH)
Judul Tugas Akhir : PENGARUH CAMPURAN BIOETANOL BERBAHAN DASAR KULIT PISANG TERHADAP KUALITAS PERTALITE PADA UNJUK KERJA MOTOR BAKAR .
Pembimbing : MUHARNIF ST. M.Sc

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik Mesin
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.
Medan, 25 Jumadil Awal 1443 H
19. Desember 2021 M

Dekan



Munawar Alfansury Siregar, ST., MT
NIDN: 0101017202



DAFTAR RIWAYAT HIDUP



A. DATA PRIBADI

Nama Lengkap : AKBAR RIZKY HIDAYAT
Npm : 1807230081
Tempat/Tanggal Lahir : P.Brandan/22 Oktober 2000
Agama : Islam
Alamat : Jl. Gotong Royong Lingkungan III Anggrek Kec. Sei Bilah Timur, Kab. Langkat
Jenis Kelamin : Laki – Laki
Anak Ke : 3 Dari 3 Bersaudara
No. Hp : 082360626244
Telp : -
Status Pernikahan : Belum Menikah
Email : Akbarrizky2210@gmail.com
Nama Orang tua
Ayah : SUDIRMAN
Ibu : AMALIAH

B. PENDIDIKAN FORMAL

1. SD NEGERI 053996 PELAWI P. BRANDAN Tahun 2006 - 2012
2. SMP NEGERI 2 BABALAN P. BRANDAN Tahun 2012 - 2015
3. SMA DHARMA PATRA SEI LEPAN P.BRANDAN Tahun 2015 - 2018
4. UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA Tahun 2018 - 2023

