

**PENGARUH VARIASI BAHAN BAKAR TERHADAP UNJUK
KERJA MESIN MOTOYAMA-SPE460GP 22 HP DENGAN
PEMBEBANAN *HYDROBRAKE***

TUGAS AKHIR

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin
Universitas Islam Riau*



OLEH :

ILHAMSYAH
15 331 0386

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2020**

LEMBAR PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

PENGARUH VARIASI BAHAN BAKAR TERHADAP UNJUK KERJA
MESIN MOTOYAMA-SPE460GP 22HP DENGAN PEMBEBANAN
HYDROBRAKE

UNIVERSITAS ISLAM RIAU

Disusun Oleh:

ILHAMSYAH

15.331.0386

Diperiksa dan Disetujui Oleh :

PEKANBARU



Eddy Elfiano, ST., M.Eng
Dosen Pembimbing

u/05/2020

Tanggal :

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

PENGARUH VARIASI BAHAN BAKAR TERHADAP UNJUK KERJA
MESIN MOTOYAMA-SPE460GP 22HP DENGAN PEMBEBANAN
HYDROBRAKE

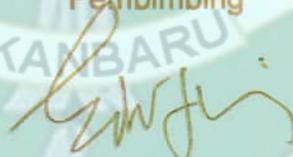
Disusun Oleh :

ILHAMSYAH
15.331.0386

Telah Diuji Didepan Dewan Penguji Pada Tanggal
06 Mei 2020 Dan Dinyatakan
Telah Memenuhi Syarat Diterima

Disetujui Oleh :

Pembimbing


Eddy Elfiano, ST., M.Eng
NIDN : 1025057501

Disahkan Oleh :

Pekanbaru, 06 Mei 2020
Ka. Prodi Teknik Mesin


Dody Yulianto, ST., MT
NIDN : 1029077302

PERNYATAAN KASLIAN KARYA TULIS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ilhamsyah

NPM : 153310386

Fakultas : Teknik

Judul Skripsi : Pengaruh Variasi Bahan Bakar Terhadap Unjuk Kerja Mesin Motoyama-SPE460GP 22HP Dengan Pembebanan *Hydrobrake*

Menyatakan dengan sebenarnya, bahwa penulisan skripsi ini adalah hasil peneitian, pemikiran dan pemaparan asli dari karya tulis saya sendiri, baik dari naskah laporan maupun data-data yang tercantum sebagai bagian dari skripsi ini. Jika terdapat karya tulis milik orang lain, saya akan mencantumkan sumber dengan jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan serta ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Islam Riau.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan kondisi sehat serta tanpa ada paksaan dari siapapun.

Pekanbaru, 06 Mei 2020

Yang Membuat Pernyataan,




Ilhamsyah

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum, Wr. Wb.

Alhamdulillah, Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, karunia dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul *“Pengaruh Variasi Bahan Bakar Terhadap Unjuk Kerja Mesin Motoyama-SPE460GP 22HP Dengan Pembebanan Hydrobrake*. Adapun tujuan penulisan tugas akhir ini adalah untuk memenuhi persyaratan mendapatkan gelar Strata Satu (S1) Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau.

Dibalik keberhasilan penulias dalam menyusun tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, maka sudah sepantasnya penulis mengucapkan terima kasih yang sangat mendalam kepada semua pihak yang telah berpartisipasi dalam penelitian dan penulisan tugas akhir ini khususnya kepada :

1. Kedua orang tua Ayahanda Syabarudin dan Ibunda Liza yang tercinta, dan adikku yang kusayangi yang telah memberikan do'a yang terbaik untuk anaknya, motivasi untuk terus semangat dan dukungannya baik moral maupun material.
2. Bapak Dr.ENG. Muslim., MT. Selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau
3. Bapak Dody Yulianto, ST., MT. Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin, Universitas Islam Riau.

4. Bapak Dr. Dedikarni, ST., MSc. Selaku sekretaris Program Studi Teknik Mesin, Universitas Islam Riau
5. Bapak Eddy Elfiano, ST., M.Eng. Selaku Dosen Pembimbing dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Kepada seluruh dosen Program Studi Teknik Mesin yang telah menuangkan ilmunya kepada saya.
7. Isna Wati sebagai teman pendamping yang selalu setia memberikan semangat, kasih sayang, motivasi dan doa kepada penulis.
8. Muhammad Firdaus, ST dan Rezki Marwadani yang terlibat langsung membantu dalam pembuatan penelitian.
9. Rekan - rekan seperjuangan yang telah membantu memberikan dorongan moral dalam pembuatan tugas akhir.

Akhir kata penulis mengucapkan terimakasih yang tidak terhingga kepada semua pihak yang berperan dalam penyelesaian tugas akhir. Semoga tugas akhir ini dapat berguna dan bermanfaat bagi penulis dan pembaca untuk menambah ilmu pengetahuan dan wawasan.

Wassalamu'alaikum, Wr.Wb

Pekanbaru, 15 April 2020

Penulis,

ILHAMSYAH
15 331 0386

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DARTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR NOTASI	x
ABSTRAK	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penulisan	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 <i>Hydrobrake</i>	7
2.1.1 Prinsip kerja <i>hydrobrake</i>	8
2.2 Motor Bakar	9
2.3 Siklus Otto (Siklus udara volume konstan)	10
2.4 Sistem Kerja Motor bakar	12
2.4.1 Motor bensin 4 langkah	12
2.5 Proses Pembakaran	14

2.6	Bahan Bakar	18
2.7	Bahan Bakar Bensin	19
2.8.1	Pemium	20
2.8.2	Pertalite	21
2.8.3	Pertamax Turbo	22
2.8	Angka Oktan	22
2.9	Performa Mesin Bensin	24
2.10.1	Torsi Mesin	25
2.10.2	Daya (<i>Power</i>)	25
2.10.3	Pemakaian Bahan Bakar	26
2.10.5	Efisiensi Termal	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		
3.1	Diagram Alir Penelitian	28
3.2	Alat Penelitian	29
3.2.1	Alat uji	29
3.2.2	<i>Hydrobrake</i>	30
3.2.3	<i>Stopwatch</i>	31
3.3	Bahan Penelitian	32
3.3.1	Bahan bakar	32
3.4	Prosedur Pengujian	32
3.5	Pengujian	33
3.6	Petunjuk Keamanan	35
3.7	Metode Pengambilan Data	35

3.8	Jadwal Kegiatan Penelitian	37
-----	----------------------------------	----

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Data Hasil Penelitian	38
-----	-----------------------------	----

4.2	Hasil Perhitungan	39
-----	-------------------------	----

4.2.1	Perhitungan Torsi Pada Variasi Bahan Bakar Dengan Pembebanan <i>Hydrobrake</i>	40
-------	---	----

4.2.1.1	Perhitungan Torsi Pada Bahan Bakar Premium Dengan Pembebanan <i>Hydrobrake</i>	40
---------	---	----

4.2.1.2	Perhitungan Torsi Pada Bahan Bakar Peralite Dengan Pembebanan <i>Hydrobrake</i>	41
---------	--	----

4.2.1.3	Perhitungan Torsi Pada Bahan Bakar Pertamina Turbo Dengan Pembebanan <i>Hydrobrake</i>	43
---------	---	----

4.2.2	Perhitungan Daya Pada Variasi Bahan Bakar Dengan Pembebanan <i>Hydrobrake</i>	46
-------	--	----

4.2.2.1	Perhitungan Daya Pada Bahan Bakar Premium Dengan Pembebanan <i>Hydrobrake</i>	46
---------	--	----

4.2.2.2	Perhitungan Daya Pada Bahan Bakar Peralite Dengan Pembebanan <i>Hydrobrake</i>	48
---------	---	----

4.2.2.3	Perhitungan Daya Pada Bahan Bakar Pertamina Turbo Dengan Pembebanan <i>Hydrobrake</i>	49
---------	--	----

4.2.3	Perhitungan Pemakaian Bahan Bakar Spesifik (<i>SFC</i>) Pada Variasi Bahan Bakar Dengan Pembebanan <i>Hydrobrake</i>	52
-------	---	----

4.2.3.1 Perhitungan Pemakaian Bahan Bakar Spesifik (<i>SFC</i>) Pada Bahan Bakar Premium Dengan Pembebanan <i>Hydrobrake</i>	52
4.2.3.2 Perhitungan Pemakaian Bahan Bakar Spesifik (<i>SFC</i>) Pada Bahan Bakar Peralite Dengan Pembebanan <i>Hydrobrake</i>	55
4.2.3.3 Perhitungan Pemakaian Bahan Bakar Spesifik (<i>SFC</i>) Pada Bahan Bakar Pertamina Turbo Dengan Pembebanan <i>Hydrobrake</i>	57
4.2.4 Perhitungan Efisiensi Thermis Pada Variasi Bahan Bakar Dengan Pembebanan <i>Hydrobrake</i>	61
4.2.4.1 Perhitungan Efisiensi Thermis Pada Bahan Bakar Premium Dengan Pembebanan <i>Hydrobrake</i>	61
4.2.3.2 Perhitungan Efisiensi Thermis Pada Bahan Bakar Peralite Dengan Pembebanan <i>Hydrobrake</i>	63
4.2.3.3 Perhitungan Efisiensi Thermis Pada Bahan Bakar Pertamax Turbo Dengan Pembebanan <i>Hydrobrake</i>	65
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	68
5.2 Saran	69
DAFTAR PUSTAKA	70
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Data hasil pengujian dengan menggunakan bahan bakar premium, pertalite, dan pertamax turbo	36
Tabel 3.2	Jadwal Kegiatan Penelitian	37
Tabel 4.1	Data Pengujian Dengan Menggunakan Bahan Bakar Premium	38
Tabel 4.2	Data Pengujian Dengan Menggunakan Bahan Bakar Pertalite	39
Tabel 4.3	Data Pengujian Dengan Menggunakan Bahan Bakar Pertamax Turbo	39
Tabel 4.4	Hasil perhitungan torsi pada bahan bakar premium.....	41
Tabel 4.5	Hasil perhitungan torsi pada bahan bakar pertalite	43
Tabel 4.6	Hasil perhitungan torsi pada bahan bakar pertamax turbo	44
Tabel 4.7	Hasil perhitungan daya pada bahan bakar premium	47
Tabel 4.8	Hasil perhitungan daya pada bahan bakar pertalite	49
Tabel 4.9	Hasil perhitungan daya pada bahan bakar pertamax turbo	51
Tabel 4.10	Hasil perhitungan pemakaian bahan bakar spesifik (<i>SFC</i>) pada bahan bakar premium	54
Tabel 4.11	Hasil perhitungan pemakaian bahan bakar spesifik (<i>SFC</i>) pada bahan bakar pertalite	57
Tabel 4.12	Hasil perhitungan pemakaian bahan bakar spesifik (<i>SFC</i>) pada bahan bakar pertamax turbo hasil pengujian	59
Tabel 4.13	Hasil perhitungan efisiensi termis pada bahan bakar premium dengan pembebanan <i>hydrobrake</i>	63

Tabel 4.14 Hasil perhitungan efisiensi termis pada bahan bakar pertalite dengan pembebanan *hydrobrake* 64

Tabel 4.15 Hasil perhitungan efisiensi termis pada bahan bakar pertamax turbo dengan pembebanan *hydrobrake* 66



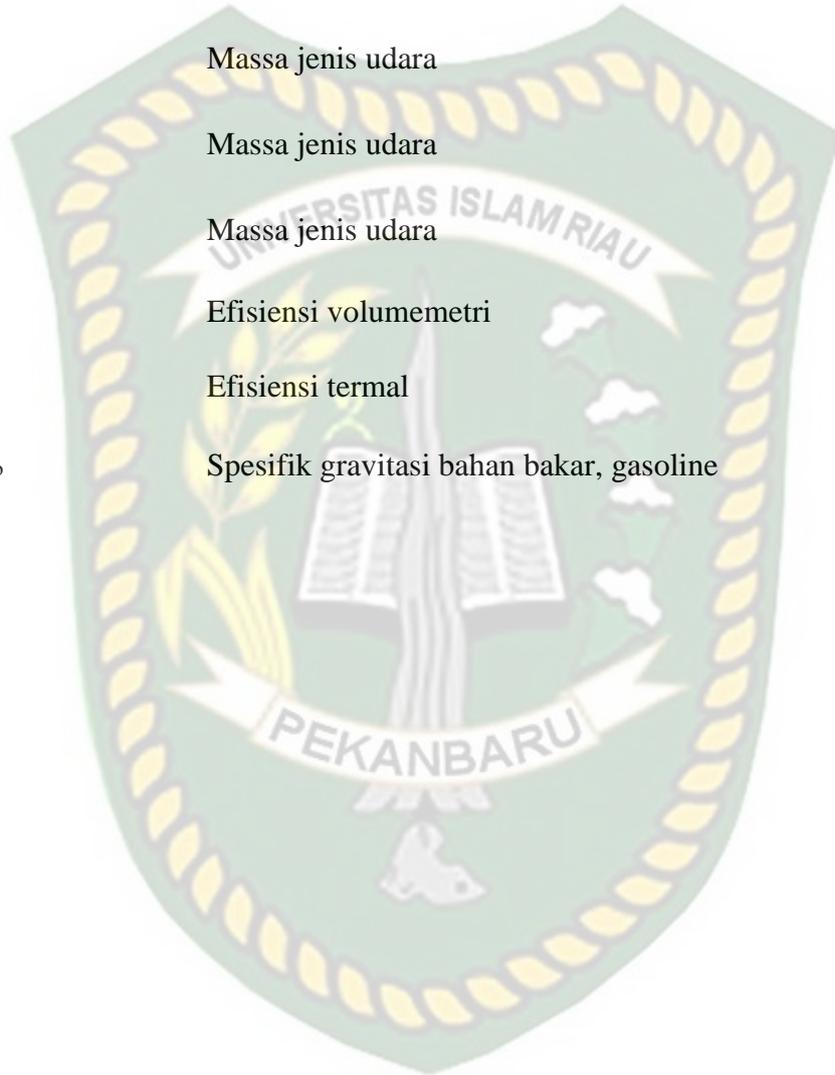
DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Prinsip Kerja <i>Hydrobrake</i>	8
2.2 Diagram P-V dan T-S Siklus Otto	10
2.3 Langkah Gerakan Torak 4 Langkah	11
3.1 Diagram Alir Penelitian	28
3.2 Alat Uji Motor Bensin	29
3.3 <i>Hydrobrake</i>	31
3.4 <i>Stopwatch</i>	31
3.5 Bahan Bakar	32
4.1 Torsi pada bahan bakar premium, pertalite dan pertamax turbo dengan pembebanan <i>hydrobrake</i>	45
4.2 Daya pada bahan bakar premium, pertalite dan pertamax turbo dengan pembebanan <i>hydrobrake</i>	51
4.3 Pemakaian bahan bakar spesifik pada bahan bakar premium, pertalite dan pertamax turbo dengan pembebanan <i>hydrobrake</i>	60
4.4 Effisiensi thermis pada bahan bakar bahan bakar premium, pertalite dan pertamax turbo dengan pembebanan <i>hydrobrake</i>	67

DAFTAR NOTASI

<u>Simbol</u>	<u>Notasi</u>	<u>Satuan</u>
B_e	Pemakaian Bahan Bakar (kg/jam.kW)	
C	Koefisien <i>discharge</i>	–
D_a	Diameter masuk <i>orifice</i>	(m)
D_b	Diameter <i>orifice</i>	(m)
F	Gaya	(N)
L	Panjang lengan torsi	(m)
LHV	Panas pembakaran rendah dari bahan bakar	(kJ/kg)
m_a	Jumlah udara sesungguhnya dibutuhkan	(kg/jam)
m_{ai}	Jumlah udara ideal yang dibutuhkan	(kg/jam)
m_f	Pemakaian bahan bakar tiap jam	(kg/jam)
M_t	Momen puntir	(Nm)
n	Putaran mesin	(rpm)
N_e	Daya efektif mesin	(kW)
P	Daya	(kW)
P_{iv}	Tekanan udara venturi	(Pa)
P_{ov}	Tekanan udara luar	(Pa)
Q	Laju aliran udara	(m ³ /s)
T_{ud}	Temperatur udara	(°K)
T	Torsi	(Nm)

t	Waktu	(detik)
V_1	Volume langkah total	(m^3)
X	Jumlah minyak yang digunakan	(mL)
ρ_{ud}	Massa jenis udara	(kg/m^3)
ρ_{ud}	Massa jenis udara	(kg/m^3)
ρ_{air}	Massa jenis udara	(kg/m^3)
$\dot{\eta}_v$	Efisiensi volumetri	(%)
$\dot{\eta}_{th}$	Efisiensi termal	(%)
$spgr_{bb}$	Spesifik gravitasi bahan bakar, gasoline	—



PENGARUH VARIASI BAHAN BAKAR TERHADAP UNJUK KERJA MESIN MOTOYAMA-SPE460GP 22 HP DENGAN PEMBEBANAN *HYDROBRAKE*

Ilhamsyah, Eddy Elfiano.

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Univeritas Islam Riau
Jl. Kaharuddin Nasution Km 11 No. 113 Perhentian Marpoyan, Pekanbaru
Telp. 0761 – 674635 Fax. (0761) 674834
Email : ilhamsyah_2519@yahoo.com

ABSTRAK

*Hydrobrake adalah pengaturan mekanisme pengereman yang menggunakan fluida. Dimana material berupa fluida dijadikan alat untuk meneruskan gaya pengereman dari pedal rem. Hal ini menyebabkan material (fluida) ini tidak memiliki sifat kompresi sehingga baik untuk menyalurkan tekanan pada mesin bensin dan diesel. Disamping itu, prospek permintaan konsumen sangat membutuhkan kendaraan bermotor dengan kinerja mesin dan bahan bakar yang dikeluarkan stabil, dan prospek permintaan konsumen terhadap bahan bakar menggunakan pembebanan hydrobrake semakin meningkat sejalan dengan bertambahnya jumlah penduduk. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi bahan bakar terhadap unjuk kerja mesin motoyama SPE460 GP 22 HP dengan pembebanan Hydrobrake. Pada bahan bakar pertamax turbo dengan pembebanan yang lebih besar yaitu 227 Nm nilai torsinya lebih besar yaitu 29,51 Nm, karena adanya pembakaran yang lebih sempurna sehingga mempengaruhi pembakaran, pembakaran yang baik mendorong torak lebih cepat dari TMA ke TMB kemudian menghasilkan tekanan yang tinggi dan peningkatan pada torsi dari bahan bakar pertamax turbo mempengaruhi daya lebih jauh lebih tinggi yaitu 61,77 kW. Sehingga membuat terjadinya pembakaran di ruang bakar stabil atau sempurna dan mengakibatkan pemakaian bahan bakar spesifik akan semakin kecil (lebih irit) yaitu **0,0145** kg/jam.kW. Dengan adanya nilai kalor (LHV) yang lebih tinggi mempengaruhi pembebanan ydrobrake yang lebih besar mengakibatkan pembakaran ruang bakar lebih baik sehingga efisiensi thermis meningkat yaitu sebesar 92%.*

Kata kunci : *Pembebanan Hydrobrake, Premium, Peralite, dan Pertamax Turbo, Unjuk Kerja.*

Ket : 1. Penulis
2. Pembimbing

THE EFFECT OF FUEL VARIATION ON THE PERFORMANCE OF 22 HP MOTOYAMA-SPE460GP MACHINE WITH HYDROBRAKE LOADING

Ilhamsyah, Eddy Elfiano.

Mechanical Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Riau Islamic University

Jl. Kaharuddin Nasution Km 11 No. 113 Marpoyan Station, Pekanbaru

Tel. 0761 - 674635 Fax. (0761) 674834

Email: ilhamsyah_2519@yahoo.com

ABSTRACT

Hydrobrake is setting the braking mechanism that uses fluid. Where the material in the form of fluid is used as a tool to continue the braking force of the brake pedal. This causes the material (fluid) does not have compression properties, so it is good for channeling pressure on gasoline and diesel engines. In addition, the prospect of consumer demand is in need of motor vehicles with stable engine and fuel performance, and the prospect of consumer demand for fuel using hydrobrake loading is increasingly increasing in line with the increasing population. This study aims to determine the effect of variations in fuel on the performance of the 22 HP SPE460 GP motoyama engine by loading Hydrobrake. In Pertamina turbo fuel with greater loading that is 227 Nm the torque value is greater that is 29.51 Nm, because of the more perfect combustion that affects combustion, good combustion pushes the piston faster from TMA to TMB then produces high pressure and the increase in torque from Pertamina turbo fuel affects the power even higher, which is 61.77 kW. Thus making the combustion in the combustion chamber stable or perfect and resulting in the use of specific fuels will be smaller (more economical) which is 0.0145 kg / hour.kW. The higher heat value (LHV) affects the greater loading of the ydrobrake which causes better combustion of the combustion chamber so that the thermal efficiency increases by 92%.

Keywords: Hydrobrake Loading, Premium, Peralite, and Pertamina Turbo, Performance.

Note: 1. Author

2. Supervisor

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada zaman sekarang ini manusia membutuhkan mesin yang biasa memudahkan pekerjaan baik didarat, dilaut, dan bahkan diudara sekalipun. Salah satu contoh mesin satu silinder yang ringan, dimana mesin tersebut sangat berguna bagi yang bekerja sebagai industri-industri kecil, nelayan, dan lain-lainnya. Mesin satu silinder yang sekarang ini banyak dipakai adalah suatu alat *rotary* dan mesin ini menggunakan *engine* pembakaran dalam (*internal combustion engine*).

Mesin satu silinder tersebut akan menurunkan performa mesinnya jika sudah dipakai dalam jangka waktu yang lama salah satu penyebab turunnya performa kendaraan mesin satu silinder salah satunya adalah karena adanya pengaruh terhadap torsi dan daya mesin itu sendiri diakibatkan banyak faktor-faktor penyebab performa mesin itu sendiri diakibatkan diberi beban yang meningkat dan akibat kondisi yang lain.

Pada mesin 4 langkah yang mempunyai satu silinder sangat mempengaruhi dalam kondisi yang diinginkan oleh *engine* untuk meningkat tenaga torsi dan daya bahkan mesin tersebut dengan kondisi beban yang besar dapat meningkat torsi, daya mesin dan mempengaruhi bahan bakar yang dikeluarkan akan tetap stabil. Karena daya dan torsi yang ditimbulkan oleh pembebanan yang diberikan berpengaruh pada putaran mesin yang dihasilkan, semakin besar beban yang diberikan pada mesin maka

torsi yang dihasilkan semakin besar, daya mesin di pengaruhi oleh putaran mesin yang diberikan, semakin besar putaran mesin yang diberikan maka semakin besar daya yang diberikan pada mesin MGX200/SL [1]. Hal tersebut, dengan mesin satu silinder mempengaruhi pada pembebanan, komposisi campuran bahan bakar dan udara sesuai dengan kondisi kerja mesin sehingga proses pembakaran berlangsung lebih baik.

Maka dari itu penulis berencana melakukan penelitian yaitu “**Pengaruh Variasi Bahan Bakar Terhadap Unjuk Kerja Mesin Motoyama-SPE460GP 22 HP Dengan Pembebanan *Hydrobrake***”, Pengujian dilakukan pada mesin yang mempunyai jumlah satu silinder dari satu hal ini dimaksudkan agar semakin meningkat performa mesin, sehingga perbedaan tenaga dan torsi mesin terlihat jelas ketika saat melakukan pengujian yang akan dilakukan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, penulis merumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh variasi bahan bakar terhadap unjuk kerja mesin motoyama-SPE460GP 22 HP?
2. Bagaimana pengaruh bahan bakar, mana yang lebih irit terhadap unjuk kerja mesin motoyama-SPE460GP 22HP dengan pembebanan *hydrobrake* ?

1.3 Tujuan Penelitian

Dalam perkembangan ilmu pengetahuan di bidang teknologi dituntut mengetahui lebih lanjut, mengetahui lebih baik secara teori maupun aplikasi pemakaian dilapangan sehingga tujuan yang hendak di capai dalam penelitian diantaranya yaitu:

1. Untuk mendapatkan pengaruh variasi bahan bakar terhadap unjuk kerja pada mesin motoyama-SPE460GP 22 HP.
2. Untuk mendapatkan bahan bakar mana yang lebih irit terhadap unjuk kerja pada mesin motoyama-SPE460GP 22HP dengan pembebanan *hydrobrake*.

1.4 Batasan Masalah

Agar didapat hasil yang baik maka didalam penulisan ini perlu adanya pembatasan masalah. Pembatasan masalah ini adalah untuk menyederhanakan permasalahan agar dapat memberikan arahan pemahaman secara mudah. Dalam penulisan ini batasan permasalahan yang diambil adalah :

1. Spesifikasi motor yaitu Motoyama SPE460GP 22 HP .
2. Pengujian dilakukan pada bahan bakar dengan premium, pertalite, dan pertamax.
3. Pengujian ini dilakukan pada variasi pembebanan *hydrobrake* yaitu :
 - a. Pembebanan gaya *hydrobrake* pada bahan bakar premium : 150 N, 200N, dan 213 N.

- b. Pembebanan gaya *hydrobrake* pada bahan bakar premium : 150 N, 200N, dan 220 N.
 - c. Pembebanan gaya *hydrobrake* pada bahan bakar premium : 150 N, 200N, dan 227 N.
4. Pengujian ini dilakukan dengan putaran *crankshaft* : 2000 rpm
 5. Pengujian ini dilakukan menggunakan waktu 90 detik.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari dilakukannya penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat antara lain :

- a. Bagi penulis.

Penelitian ini berguna untuk menambah wawasan dan pengetahuan mengenai sistem *hydrobrake* terhadap unjuk kerja mesin motoyama dalam dunia industri, serta pengaplikasian pengetahuan yang selama ini didapat selama masa perkuliahan.

- b. Bagi akademik.

Penelitian ini dapat memberikan sedikit masukan dan informasi yang diharapkan mampu memberikan manfaat baik dalam bidang akademik maupun dalam bidang praktisi.

- c. Bagi peneliti selanjutnya.

Penelitian ini berguna untuk memberikan masukan bagi peneliti selanjutnya dan menjadikan penelitian ini sebagai informasi pelengkap dalam penyusunan penelitian yang sejenis.

1.6 Sistematika Penulisan

Penyusunan ini bisa dijadikan untuk tugas akhir terbagi dalam lima bab secara garis besar dapat dijelaskan sebagai berikut:

Bab I Pendahuluan

Pada bagian pendahuluan berisi latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

Bab II Tinjauan Pustaka

Pada bab ini berisi tentang teori-teori yang berkaitan dengan penelitian studi eksperimen pembebanan *hydrobrake* pada motor bensin yang berkaitan dengan masalah yang dibahas.

Bab III Metodologi Penelitian

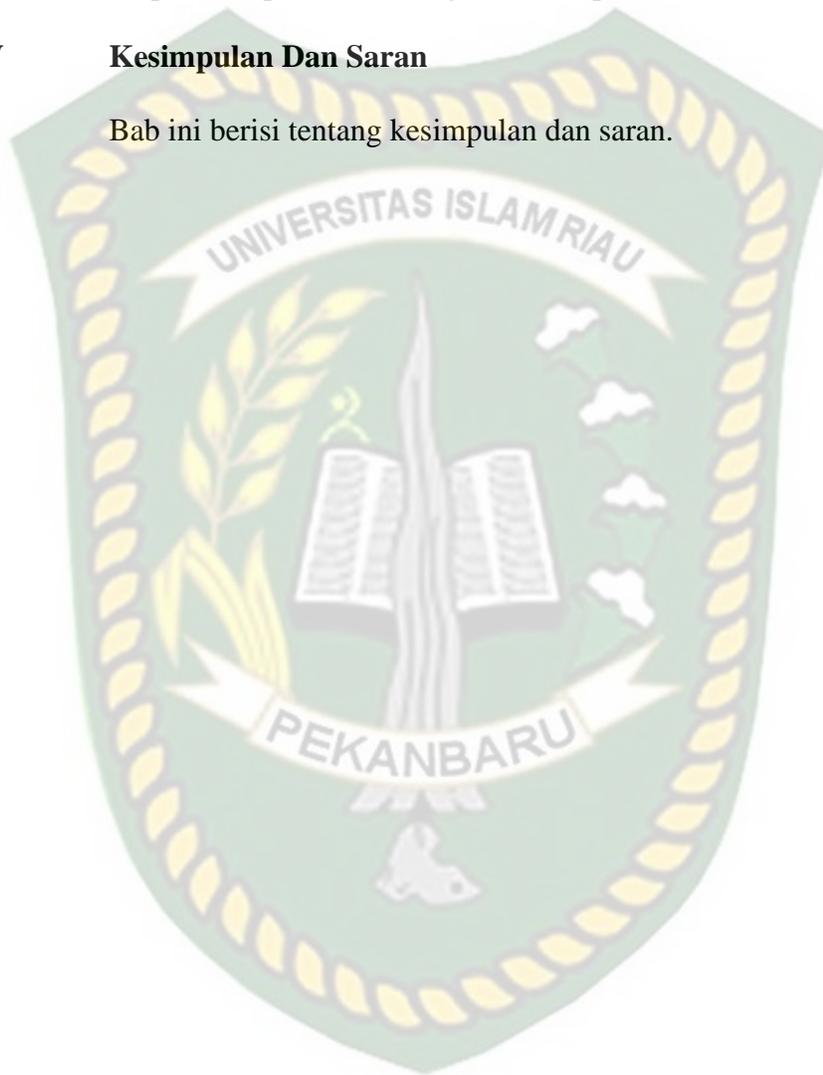
Bab ini memberikan informasi mengenai tempat dan waktu pelaksanaan penelitian, peralatan yang digunakan, tahapan dan prosedur penelitian.

Bab IV Hasil Dan Pembahasan,

Bab ini berisi tentang hasil penelitian dan pembahasan dari studi eksperimen pembebanan hydro brake pada motor bensin.

Bab V Kesimpulan Dan Saran

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Hydrobrake*

Hydrobrake adalah pengaturan mekanisme pengereman yang menggunakan fluida. Fluidanya bisa bermacam-macam tergantung jenis apa yang digunakan, Pada penelitian ini menggunakan air sebagai fluida kerja. Air memiliki massa jenis 1 gram/cm³ atau sama dengan 1000 kg/m³. Namun massa jenis air dapat berubah-ubah tergantung pada perubahan suhu ataupun tekanan. Penurunan suhu menyebabkan rapatnya molekul-molekul pada air, Sehingga massa jenis air pun akan meningkat. Akan tetapi air adalah zat yang sangat unik, karena air yang membeku akan menjadi es dan mengembang sehingga volumenya meningkat hingga 9% yang mengakibatkan massa jenisnya lebih kecil dibandingkan air. Massa jenis inilah yang membuat mengapa es mengapung diatas air. Secara umum, ada tiga macam model penyaluran sistem rem yaitu :

1. Sistem rem mekanik

Sistem rem mekanik adalah sistem pengereman yang masih menggunakan control mekanikal berupa kabel kawat. Sistem ini masih banyak diaplikasikan pada rem tromol sepeda motor dan rem parkir manual.

2. Sistem rem hidrolik

Sistem rem hidrolik bekerja berdasarkan hukum pascal. Dimana material berupa fluida dijadikan alat untuk meneruskan gaya pengereman dari pedal

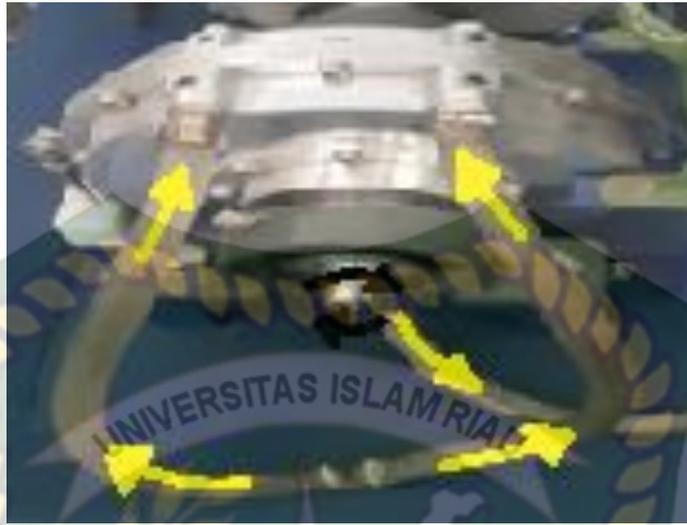
rem. Fluida digunakan karena material ini tidak memiliki sifat kompresi sehingga cocok untuk menyalurkan tekanan.

3. Sisten rem angin

Sistem rem angina menggunakan tekanan angina untuk menekan tuas rem pada actuator rem. Artinya, pengguna tidak secara langsung menggerakkan tuas actuator rem lewat pedal rem, melainkan hanya membuka katup dari tangki udara menuju aktuator rem.

2.1.1 Prinsip kerja *hydrobrake*

Sesuai dengan namanya *hydrobrake* atau rem hidrolik merupakan sistem penalur rem yang menggunakan cairan (*hydro*). Cairan yang digunakan adalah sejenis fluida yang memiliki ketahanan tinggi. Sistem pengereman hidrolik bekerja berdasarkan Hukum Pascal yang berbunyi “Tekanan yang diberikan pada zat zair didalam ruang tertutup akan diteruskan ke segala arah dengan sama besar dan sama rata”. Hal ini menunjukkan ketika fluida yang masuk melalui selang dari pompa kedalam *hydrobrake* menekan putaran dari poros engkol dengan menggunakan tekanan air. Adapun gambar *hydrobrake* dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Prinsip Kerja *Hydrobrake*.

(Sumber : Alat Laboratorium Universitas Islam Riau)

2.2 Motor Bakar

Pembakaran bahan bakar dimaksud sebagai kombinasi secara kimiawi yang berlangsung secara cepat antara oksigen dan unsur yang mudah terbakar dari bahan bakar pada suhu dan tekanan tertentu [2]. Motor bakar dapat diklasifikasikan menjadi 2 (dua) macam. Adapun klasifikasi motor bakar adalah sebagai berikut :

1) Berdasarkan Sistem Pembakarannya.

a. Mesin pembakaran dalam

Mesin pembakaran dalam atau sering disebut sebagai *Internal Combustion Engine* (ICE), yaitu dimana proses pembakarannya berlangsung di dalam motor bakar itu sendiri sehingga gas pembakaran yang terjadi sekaligus berfungsi sebagai fluida kerja.

b. Mesin pembakaran luar

Mesin pembakaran luar atau sering disebut sebagai *Eksternal Combustion Engine* (ECE) yaitu dimana proses pembakarannya terjadi di luar mesin, energi termal dari gas hasil pembakaran dipindahkan ke fluida kerja mesin.

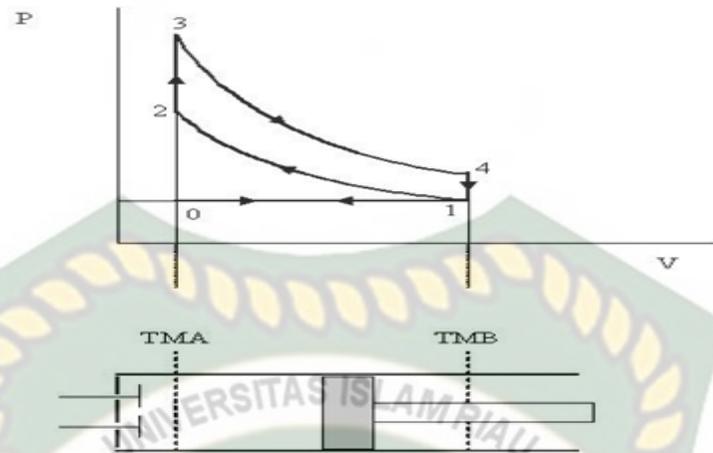
2) Berdasarkan system penyalaaan

- a. Motor bensin dapat juga disebut sebagai motor Otto. Motor tersebut dilengkapi dengan busi dan karburator. Busi menghasilkan loncatan bunga api listrik yang membakar campuran bahan bakar dan udara karena motor ini cenderung disebut *spark ignition engine*. Pembakaran bahan bakar dengan udara ini menghasilkan daya. Di dalam siklus Otto (siklus ideal) pembakaran tersebut dimisalkan sebagai pemasukan panas pada volume konstan.

2.3 Siklus Otto (Siklus udara volume konstan)

Pada siklus otto atau siklus volume konstan proses pembakaran terjadi pada volume konstan, sedangkan siklus otto tersebut ada yang berlangsung dengan 4 (empat) langkah atau 2 (dua) langkah. Untuk mesin 4 (empat) langkah siklus kerja terjadi dengan 4 (empat) langkah piston atau 2 (dua) poros engkol. Adapun langkah dalam siklus otto yaitu gerakan piston dari titik puncak (TMA = titik mati atas) ke posisi bawah (TMB = titik mati bawah) dalam silinder.

Diagram P-V siklus Otto dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.2 Diagram P-V Siklus Otto
(Sumber : Darmansyah, 2015)

Proses siklus otto sebagai berikut :

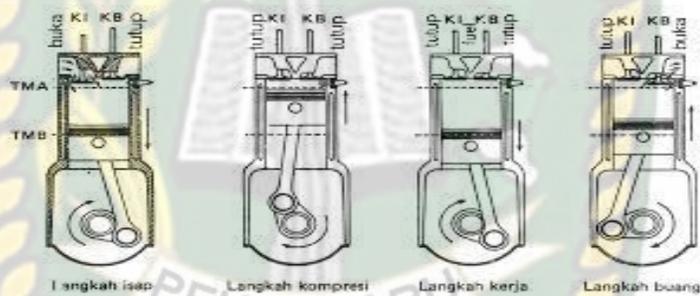
- Proses 1-2 : proses kompresi *isentropic* (*adiabatic reversible*) dimana piston bergerak menuju (TMA=titik mati atas) mengkompresikan udara sampai volume *clearance* sehingga tekanan dan temperatur udara naik.
- Proses 2-3 : pemasukan kalor konstan, piston sesaat pada (TMA=titik mati atas) bersamaan kalor suplai dari sekelilingnya serta tekanan dan temperatur meningkat hingga nilai maksimum dalam siklus.
- Proses 3-4 : proses isentropik udara panas dengan tekanan tinggi mendorong piston turun menuju (TMB = titik mati bawah), energi dilepaskan disekeliling berupa internal energi.
- Proses 4-1 : proses pelepasan kalor pada volume konstan piston sesaat pada (TMB = titik mati bawah) dengan mentransfer kalor ke sekeliling dan kembali mlangkah pada titik awal.

2.4 Sistem Kerja Motor Bakar

Sistem kerja motor bakar merupakan prinsip kerja motor yang terdiri dari motor bensin 4 langkah dan motor bensin 2 langkah. Adapun prinsip kerja motor tersebut yaitu ;

2.4.1 Motor bensin 4 langkah

Motor bensin empat langkah adalah motor yang setiap satu kali pembakaran bahan bakar memerlukan 4 langkah dan 2 kali putaran poros engkol. Adapun prinsip kerja motor 4 langkah dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.3 Langkah Gerakan Torak 4 Langkah

(Sumber : Motor Bakar, 2014)

Langkah isap :

- Torak bergerak dari TMA ke TMB.
- Katup masuk terbuka, katup buang tertutup.
- Campuran bahan bakar dengan udara yang telah tercampur didalam karburator masuk kedalam silinder melalui katup masuk.
- Saat torak berada di TMB katup masuk akan tertutup.

Langkah kompresi :

- Torak bergerak dari TMB ke TMA.
- Katup masuk dan katup buang kedua-duanya tertutup sehingga gas yang telah diisap tidak keluar pada waktu ditekan oleh torak yang mengakibatkan tekanan gas akan naik.
- Beberapa saat sebelum torak mencapai TMA busi mengeluarkan bunga api listrik.
- Gas bahan bakar yang telah mencapai tekanan tinggi terbakar.
- Akibat pembakaran bahan bakar, tekanannya akan naik menjadi kira-kira tiga kali lipat.

Langkah kerja / ekspansi :

- Saat ini kedua katup masih dalam keadaan tertutup.
- Gas terbakar dengan tekanan yang tinggi akan mengembang kemudian menekan torak turun kebawah dari TMA ke TMB.
- Tenaga ini disalurkan melalui batang penggerak, selanjutnya oleh poros engkol diubah menjadi gerak rotasi.

Langkah pembuangan :

- Katup buang terbuka, katup masuk tertutup
- Torak bergerak dari TMB ke TMA
- Gas sisa pembakaran terdorong oleh torak keluar melalui katup buang.

2.5 Proses Pembakaran

Secara umum pembakaran didefinisikan sebagai reaksi kimia atau reaksi persenyawaan bahan bakar oksigen (O_2) sebagai oksidan dengan temperaturnya lebih besar dari titik nyala. Mekanisme pembakarannya sangat dipengaruhi oleh keadaan dari keseluruhan proses pembakaran dimana atom-atom dari komponen yang dapat bereaksi dengan oksigen yang dapat membentuk produk yang berupa gas [3]. Dan pemakaian busi splitfire + kabel hurricane pada posisi pengapian 70 sebelum TMA maka dapat meningkatkan daya, menghemat pemakaian bahan bakar dan gas buang yang dihasilkan lebih bersih [4]. Untuk memperoleh daya maksimum dari suatu operasi hendaknya komposisi gas pembakaran dari silinder (komposisi gas hasil pembakaran) dibuat seideal mungkin, sehingga tekanan gas hasil pembakaran bias maksimal menekan torak dan mengurangi terjadinya detonasi.

Komposisi bahan bakar dan udara dalam silinder akan menentukan kualitas pembakaran dan akan berpengaruh terhadap *performance* mesin dan emisi gas buang. Sebagaimana telah diketahui bahwa bahan bakar bensin mengandung unsur-unsur karbon dan hidrogen.

Terdapat 3 (tiga) teori mengenai pembakaran hidrogen tersebut yaitu :

- a. Hidrokarbon terbakar bersama-sama dengan oksigen sebelum karbon bergabung dengan oksigen.
- b. Karbon terbakar lebih dahulu daripada hidrogen.

- c. Senyawa hidrokarbon terlebih dahulu bergabung dengan oksigen dan membentuk senyawa (*hidrolisasi*) yang kemudian dipecah secara terbakar.

Dalam sebuah mesin terjadi beberapa tingkatan pembakaran yang digambarkan dalam sebuah grafik dengan hubungan antara tekanan dan perjalanan engkol. Proses atau tingkatan pembakaran dalam sebuah mesin terbagi menjadi empat tingkat atau periode yang terpisah. Periode-periode tersebut adalah:

1. Keterlambatan pembakaran (*Delay Periode*)

Periode pertama dimulai dari titik 1 yaitu mulai disemprotkannya bahan bakar sampai masuk ke dalam silinder, dan berakhir pada titik 2. Perjalanan ini sesuai dengan perjalanan engkal sudut A, selama periode ini berlangsung tidak terdapat kenaikan tekanan yang melebihi kompresi udara yang dihasilkan oleh torak, dan selanjutnya bahan bakar masuk terus menerus melalui nosel.

2. Pembakaran cepat

Pada titik 2 terdapat sejumlah bahan bakar dalam ruang bakar, yang dipecah halus dan sebagian menguap kemudian siap untuk dilakukan pembakaran. Ketika bahan bakar dinyalakan yaitu pada titik 2, akan menyala dengan cepat yang mengakibatkan kenaikan tekanan mendadak sampai pada titik 3 tercapai. Periode ini sesuai dengan perjalanan sudut engkol B, yang membentuk tingkat kedua.

3. Pembakaran Terkendali

Setelah titik 3, bahan bakar yang belum terbakar dan bahan bakar yang masih tetap disemprotkan (diinjeksikan) terbakar pada kecepatan yang tergantung pada kecepatan penginjeksian serta jumlah distribusi oksigen yang masih ada dalam udara

pengisian. Periode inilah yang disebut dengan periode terkendali atau disebut juga pembakaran sedikit demi sedikit yang akan berakhir pada titik 4 dengan berhentinya injeksi. Selama tingkat ini tekanan dapat naik, konstan ataupun turun. Periode ini sesuai dengan pejalanan engkol sudut c , dimana sudut c tergantung pada beban yang dibawah beban mesin, semakin besar bebannya semakin besar c .

4. Pembakaran pasca (*after burning*)

Bahan bakar sisa dalam silinder ketika penginjeksian berhenti dan akhirnya terbakar. Pada pembakaran pasca tidak terlihat pada diagram, dikarenakan pemunduran torak mengakibatkan turunnya tekanan meskipun panas ditimbulkan oleh pembakaran bagian akhir bahan bakar.

Dalam pembakaran hidrokarbon yang biasa tidak akan terjadi gejala apabila memungkinkan untuk proses *hidrolisasi*. Hal ini hanya akan terjadi bila pencampuran pendahuluan antara bahan bakar dengan udara mempunyai waktu yang cukup sehingga memungkinkan masuknya oksigen ke dalam molekul hidrokarbon [5]. Bila oksigen dan hidrokarbon tidak bercampur dengan baik maka terjadi proses *cracking* dimana akan menimbulkan asap. Pembakaran semacam ini disebut pembakaran tidak sempurna. Ada 2 (dua) kemungkinan yang terjadi pada pembakaran mesin berbensin, yaitu :

a. Pembakaran normal

Pembakaran normal terjadi bila bahan bakar dapat terbakar seluruhnya pada saat dan keadaan yang dikehendaki. Mekanisme pembakaran normal dalam motor bensin dimulai pada saat terjadinya loncatan bunga api pada busi, kemudian api membakar

gas bakar yang berada di sekitarnya sehingga semua partikelnya terbakar habis. Di dalam pembakaran normal, pembagian nyala api terjadi merata di seluruh bagian. Pada keadaan yang sebenarnya pembakaran bersifat kompleks, yang mana berlangsung pada beberapa *phase*. Dengan timbulnya energi panas, maka tekanan dan temperatur naik secara mendadak, sehingga piston terdorong menuju TMB.

Pembakaran normal pada motor bensin dapat ditunjukkan antara tekanan dan sudut engkol, mulai dari penyalaan sampai akhir pembakaran. Beberapa derajat sebelum piston mencapai TMA, busi memberikan percikan bunga api sehingga mulai terjadi pembakaran, sedangkan lonjakan tekanan dan temperatur mulai point 2, sesaat sebelum piston mencapai TMA, dan pembakaran point 3 sesaat sesudah piston mencapai TMA.

b. Pembakaran tidak normal

Pembakaran tidak normal terjadi bila bahan bakar tidak ikut terbakar atau tidak terbakar bersamaan pada saat dan keadaan yang dikehendaki. Pembakaran tidak normal dapat menimbulkan detonasi (*knocking*) yang memungkinkan timbulnya gangguan dan kesulitan-kesulitan pada motor bakar bensin. Fenomena-fenomena yang menyertai pembakaran tidak sempurna, diantaranya :

➤ Detonasi

Seperti telah diterangkan sebelumnya, pada peristiwa pembakaran normal api menyebar keseluruh bagian ruang bakar dengan kecepatan konstan dan busi berfungsi sebagai pusat penyebaran. Dalam hal ini gas baru yang belum terbakar terdesak oleh gas yang sudah terbakar, sehingga tekanan dan suhunya naik sampai mencapai

keadaan hampir terbakar. Jika pada saat ini gas tadi terbakar dengan sendirinya, maka akan timbul ledakan (*detonasi*) yang menghasilkan gelombang kejutan berupa suara ketukan (*knocking noise*).

➤ Hal-hal yang menyebabkan terjadinya Detonasi

Pada lapisan yang telah terbakar akan berekspansi. Pada kondisi lapisan yang tidak homogen, lapisan gas tadi akan mendesak lapisan gas lain yang belum terbakar, sehingga tekanan dan suhunya naik. Bersamaan dengan adanya radiasi dari ujung lidah api, lapisan gas yang terdesak akan terbakar tiba-tiba. Peristiwa ini akan menimbulkan letupan mengakibatkan terjadinya gelombang tekanan yang kemudian menumbuk piston dan dinding silinder sehingga terdengarlah suara ketukan (*knocking*) yaitu yang disebut dengan detonasi. Hal-hal yang menyebabkan terjadinya detonasi antara lain sebagai berikut :

- a) Perbandingan kompresi yang tinggi, tekanan kompresi, suhu pemanasan campuran dan suhu silinder yang tinggi.
- b) Masa pengapian yang cepat.
- c) Putaran mesin rendah dan penyebaran api lambat.
- d) Penempatan busi dan konstruksi ruang bakar tidak tepat, serta jarak.

2.6 Bahan Bakar

Bahan bakar (*fuel*) adalah segala sesuatu yang dapat terbakar misalnya: kertas, kain, batu bara, minyak tanah, bensin dan sebagainya. Untuk melakukan pembakaran diperlukan 3 (tiga) unsur, yaitu :

- a. Bahan bakar.
- b. Udara.
- c. Suhu untuk memulai pembakaran.

Panas atau kalor yang timbul karena pembakaran bahan bakar tersebut disebut hasil pembakaran.

Terdapat 3 (tiga) jenis bahan bakar, yaitu :

1. Bahan bakar padat.
2. Bahan bakar cair.
3. Bahan bakar gas.

Kriteria utama yang harus dipenuhi bahan bakar yang akan digunakan dalam motor bakar adalah sebagai berikut:

- a. Proses pembakaran bahan bakar dalam silinder harus secepat mungkin dan panas yang dihasilkan harus tinggi [6].
- b. Bahan bakar yang digunakan harus tidak meninggalkan endapan atau deposit setelah pembakaran karena akan menyebabkan kerusakan pada dinding silinder.
- c. Gas sisa pembakaran harus tidak berbahaya pada saat dilepas ke atmosfer.

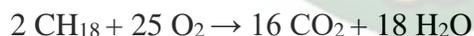
2.7 Bahan Bakar Bensin

Bahan bakar bensin adalah salah satu jenis bahan bakar minyak yang digunakan untuk kendaraan bermotor roda dua, tiga, dan empat. Secara sederhana,

bensin tersusun dari hidrokarbon rantai lurus, mulai dari C_7 (*heptana*) sampai dengan C_{11} dan terdiri dari nilai oktan yang berbeda yaitu :

2.7.1 Premium

Premium berasal dari bensin yang merupakan salah satu fraksi dari penyulingan minyak bumi yang diberi zat tambahan atau aditif, yaitu *Tetra Ethyl Lead* (TEL). Premium mempunyai rumus empiris *Ethyl Benzene* (C_8H_{18}). Dan penelitian sebelumnya konsumsi bahan bakar spesifik (SFP) untuk bahan bakar premium dan pertamax plus mengalami penurunan 19,54 % ketika menggunakan bahan bakar premium pada putaran mesin rendah, sedangkan SFP akan mengalami sebesar 15,94 % ketika menggunakan bahan bakar pertamax plus pada putaran mesin tinggi [7]. Premium adalah bahan bakar jenis yang distilasi berwarna kuning akibat adanya zat pewarna tambahan. Premium pada umumnya digunakan untuk bahan bakar kendaraan bermotor bermesin bensin, seperti mobil, sepeda motor, dan lain lain. Bahan bakar ini juga sering disebut motor *gasoline* atau *petrol* dengan angka oktan adalah 88, dan mempunyai titik didih $30^{\circ}C - 200^{\circ}C$. Adapun rumus kimia untuk pembakaran pada bensin premium adalah sebagai berikut:



Pembakaran di atas diasumsikan semua bensin terbakar dengan sempurna.

Komposisi bahan bakar bensin, yaitu :

- a. Bensin (*gasoline*) C_8H_{18}
- b. Berat jenis bensin 0,65 - 0,75%.

- c. Pada suhu 40⁰C bensin menguap 30 - 65%.
- d. Pada suhu 100⁰C bensin menguap 80 - 90%.

Bensin premium mempunyai sifat anti ketukan yang baik dan dapat dipakai pada mesin kompresi tinggi pada saat semua kondisi. Sifat-sifat penting yang diperhatikan pada bahan bakar bensin adalah :

- a) Kecepatan menguap (*volatility*).
- b) Kualitas pengetukan (kecenderungan berdetonasi).
- c) Kadar belerang.
- d) Titik beku.
- e) Titik nyala.
- f) Berat jenis.

2.7.2 Pertalite

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 *Research Octan Number* (RON) 90, di atas Premium, yang hanya RON 88. Berdasarkan uji tes antara Pertalite dan premium maka dapat dikatakan bahwa penggunaan bahan bakar Pertalite akan membuat kendaraan dalam pemakaian BBM lebih irit. sebab, lebih iritnya Pertalite disebabkan karena Pertalite memiliki RON yang lebih tinggi.

Keunggulan Peralite adalah membuat tarikan mesin kendaraan menjadi lebih ringan. Zat adiktif yang diberikan pada BBM Peralite lah yang membuat kualitasnya ada di atas Premium dan bersaing dengan Pertamina.

2.7.3 Pertamina Turbo

Pertamax Turbo dikembangkan dengan formula yang disebut *Ignition Boost Formula* (IBF) dengan angka oktan 98. Pertamina Turbo diproduksi dan diformulasikan oleh Pertamina untuk pasar Indonesia dan didesain dengan kualitas bahan bakar yang tinggi untuk kesempurnaan performa kendaraan. Mesin yang canggih tentu memerlukan bahan bakar yang berkualitas. Kendaraan keluaran terbaru yang dibuat dengan kompresi yang tinggi membutuhkan oktan bahan bakar yang juga tinggi. Untuk selalu memberikan kualitas bahan bakar yang baik.

2.8 Angka Oktan

Angka oktan adalah suatu bilangan yang menunjukkan sifat anti ketukan (denotasi). Dengan kata lain, makin tinggi angka oktan maka semakin berkurang kemungkinan untuk terjadinya denotasi (*knocking*). Dengan berkurangnya intensitas untuk berdenotasi, maka campuran bahan bakar dan udara yang dikompresikan oleh torak menjadi lebih baik sehingga tenaga motor akan lebih besar dan pemakaian bahan bakar menjadi lebih hemat.

Cara menentukan angka oktan bahan bakar ialah dengan mengadakan suatu perbandingan bahan bakar tertentu dengan bahan bakar standar. Yaitu dengan

menggunakan mesin CFR (*Coordination Fuel Research*). Mesin CFR merupakan sebuah mesin silinder tunggal dengan perbandingan kompresi yang dapat diukur dari sekitar 4:1 sampai dengan 14:1. Terdapat dua metode dasar yang umum digunakan yaitu *research method* menggunakan mesin motor CFR F-1, yang hasilnya disebut dengan *Research Octane Number* (RON) dan motor *method* yang menggunakan mesin motor CFR F-2 dimana hasilnya disebut dengan *Motor Octane Number* (MON). *Research method* menghasilkan gejala ketukan lebih rendah dibandingkan motor *research*.

Besar angka oktan bahan bakar tergantung pada presentase *iso-oktana* (C_7H_{18}) dan normal *heptana* (C_7H_{16}) yang terkandung di dalamnya. Sebagai pembanding, bahan bakar yang sangat mudah berdenotasi adalah normal *heptana* (C_7H_{16}) sedang yang sukar berdenotasi adalah *iso-oktana* (C_7H_{18}).

Bensin yang cenderung kearah sifat normal *heptana* disebut bensin dengan nilai oktan rendah (angka oktan rendah) karena mudah berdenotasi, sebaliknya bahan bakar yang lebih cenderung kearah sifat *iso-oktana* dikatakan bensin dengan nilai oktan tinggi atau lebih sukar berdenotasi. Misalnya suatu bensin mempunyai angka oktan 90 akan lebih sukar berdenotasi daripada bensin beroktan 70. Jadi kecenderungan bensin untuk berdenotasi dinilai dari angka oktannya. *Iso-oktana* murni diberi indeks 100, sedangkan normal heptana murni diberi indeks 0. Dengan demikian jika suatu bensin memiliki angka oktan 90 berarti bensin tersebut cenderung berdenotasi sama dengan campuran yang terdiri atas 90% volume *iso-oktana* dan 10% volume normal *heptana*.

2.9 Performansi Mesin Bensin

Pada motor bakar untuk mengetahui daya poros harus diketahui dulu torsinya. Pengukuran torsi pada poros motor bakar menggunakan alat yang dinamakan dinamometer. Prinsip kerja dari alat ini adalah dengan memberi beban yang berlawanan terhadap arah putaran sampai putaran mendekati 0 rpm, Beban ini nilainya adalah sama dengan torsi poros. Prinsip dasar dari dinamometer adalah pengukuran torsi pada poros (rotor) dengan prinsip pengereman dengan *hydrobrake* yang dikenai beban sebesar F. Mesin dinyalakan kemudian pada poros disambungkan dengan dinamometer. Untuk mengukur torsi mesin pada poros mesin diberi rem yang disambungkan dengan L pengereman atau pembebanan. Pembebanan diteruskan sampai poros mesin hampir berhenti berputar. Beban maksimum yang terbaca adalah gaya pengereman yang besarnya sama dengan gaya putar poros mesin F. Dari definisi disebutkan bahwa perkalian antara gaya dengan jaraknya adalah sebuah torsi, dengan definisi tersebut Tosi pada poros dapat diketahui. Pada mesin sebenarnya pembebanan adalah komponen-komponen mesin sendiri yaitu aksesoris mesin (pompa air, pompa pelumas, kipas radiator), generator listrik (pengisian aki, listrik penerangan, penyalaan busi), gesekan mesin dan komponen lainnya. Dari perhitungan torsi diatas dapat diketahui jumlah energi yang dihasilkan mesin pada poros. Jumlah energi yang dihasilkan mesin setiap waktunya adalah yang disebut dengan daya mesin. Kalau energi yang diukur pada poros mesin dayanya disebut daya poros [8].

2.9.1 Torsi Mesin

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. Apabila suatu benda berputar dan mempunyai besar gaya sentrifugal sebesar F, benda berputar pada porosnya dengan jari-jari sebesar b, dengan data tersebut torsinya.

$$T = (F.L) \text{ (Nm)} \dots\dots\dots (pers 2.1)$$

Dimana :

$$T = \text{Torsi untuk mengetahui hasil kerja mesin (Nm)}$$

$$F = \text{gaya (N)}$$

$$L = \text{panjang lengan torsi (m), } L = 0,13 \text{ m}$$

2.9.2 Daya (Power)

Daya didefinisikan sebagai hasil dari kerja, atau dengan kata lain daya merupakan kerja atau energi yang dihasilkan mesin per satuan waktu mesin itu beroperasi. Pada motor mesin, break horsepower (BHP) merupakan besaran untuk mengindikasikan horsepower aktual yang dihasilkan oleh mesin. Bhp biasanya diukur dengan peralatan pengukur daya yang ditempatkan pada driveshaft mesin.

$$P = \frac{2\pi.n.T}{6000} \text{ (kW)} \dots\dots\dots (pers 2.2)$$

Dimana :

P = Daya untuk mengetahui hasil kerja mesin per satuan waktu (kW)

T = Torsi (Nm)

n = Putaran mesin (rpm)

2.9.3 Pemakaian Bahan Bakar (Be)

Pemakaian bahan bakar (Be) merupakan konsumsi bahan bakar sebuah motor dihitung dari jumlah pemakaian bahan bakar tiap jam dibagi daya efektif mesin. Dapat ditulis dengan rumus sebagai berikut :

$$B_e = \frac{m_f}{N_e} \text{ (kg/jam kW) } \dots\dots\dots (pers 2.3)$$

Dimana:

m_f = Pemakaian bahan bakar tiap jam (kg/jam)

$m_f = (X / t) \times spgr_{bb} \times \rho_{air} \times 3600 \text{ (kg/jam)}$

t = Waktu yang dipakai untuk menghabiskan sejumlah X (detik)

X = Jumlah minyak yang digunakan (mL)

$spgr_{bb}$ = Spesifik gravitasi bahan bakar, gasoline 0,739

ρ_{air} = Massa jenis udara (kg/m³)

N_e = Daya efektif mesin (kW)

$N_e = 1,047 \times 10^{-4} \times M_t \times n \text{ (kW)}$

M_t = Momen puntir (Nm)

n = Putaran mesin (rpm)

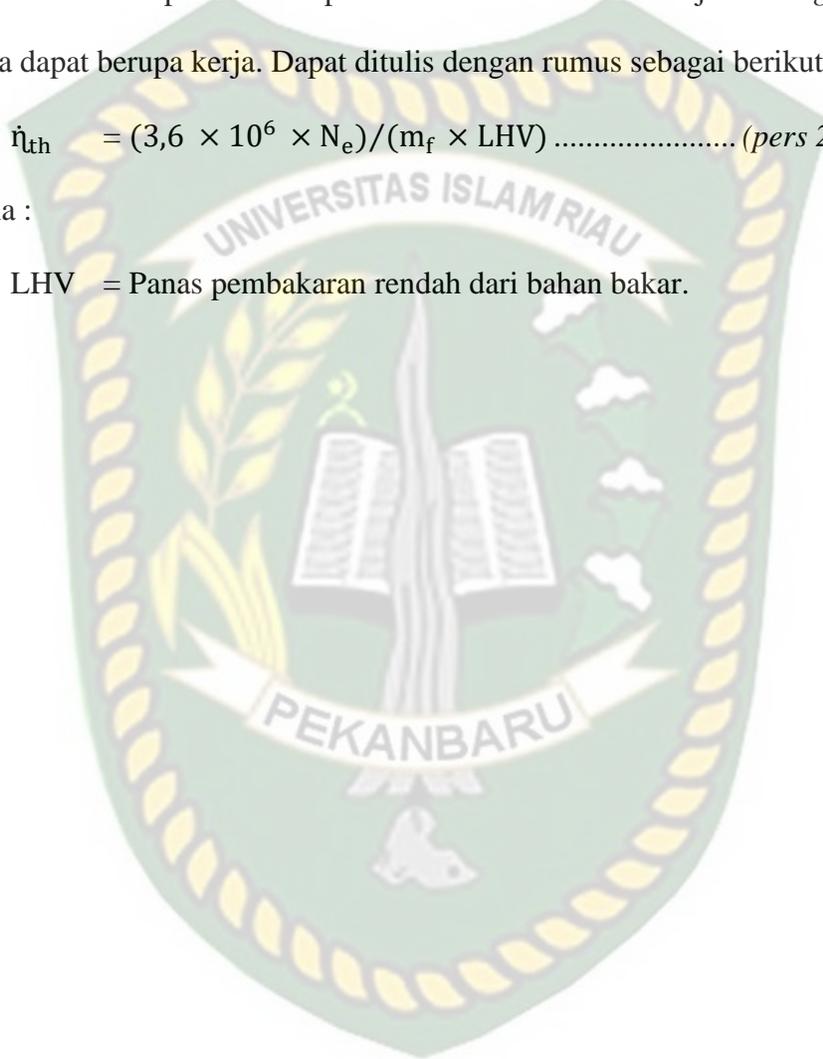
2.9.4 Effisiensi Termal

Effisiensi termal adalah ukuran tanpa dimensi yang menunjukkan performa peralatan termal seperti mesin pembakaran dalam dan menjadi *energy output* yang diminta dapat berupa kerja. Dapat ditulis dengan rumus sebagai berikut :

$$\dot{n}_{th} = (3,6 \times 10^6 \times N_e) / (m_f \times LHV) \dots\dots\dots (pers 2.5)$$

Dimana :

LHV = Panas pembakaran rendah dari bahan bakar.

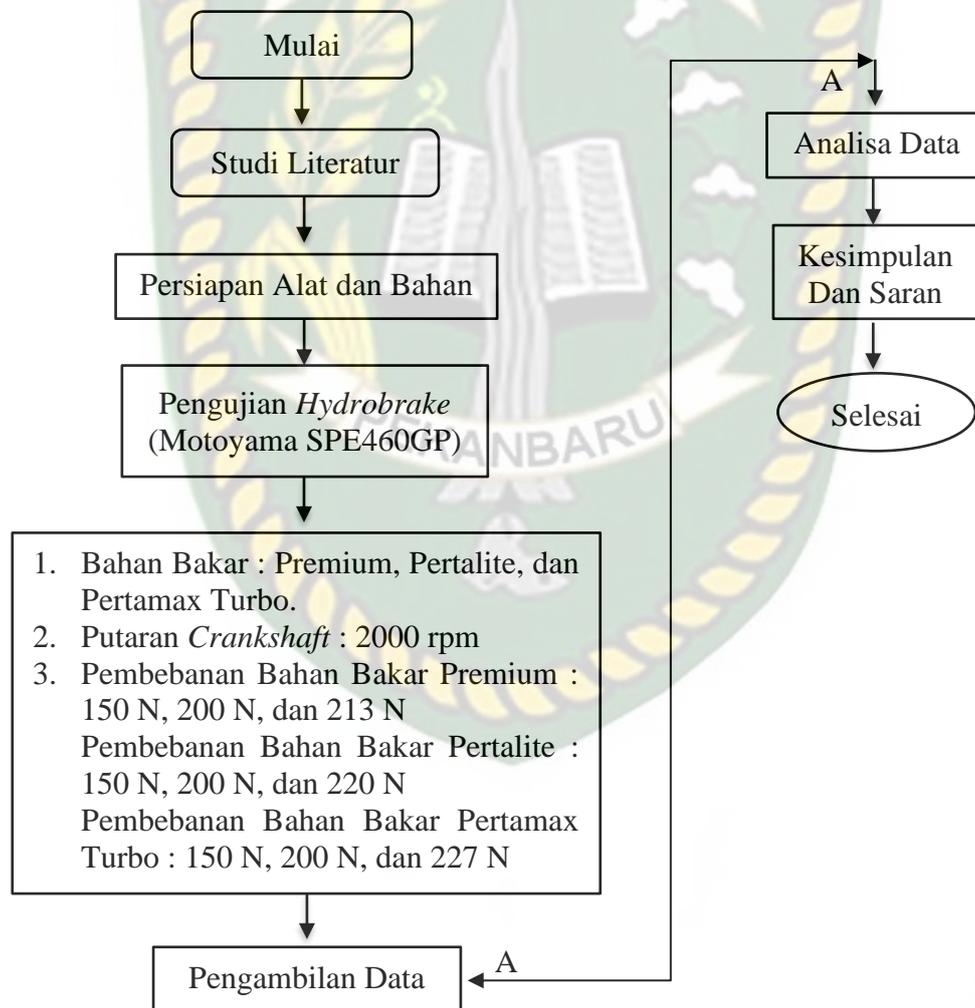


BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Metode Penelitian merupakan langkah-langkah yang dijadikan pedoman untuk melakukan penelitian. Langkah-langkah dalam melaksanakan penelitian akan diperlihatkan pada gambar 3.1 sebagai berikut ini:



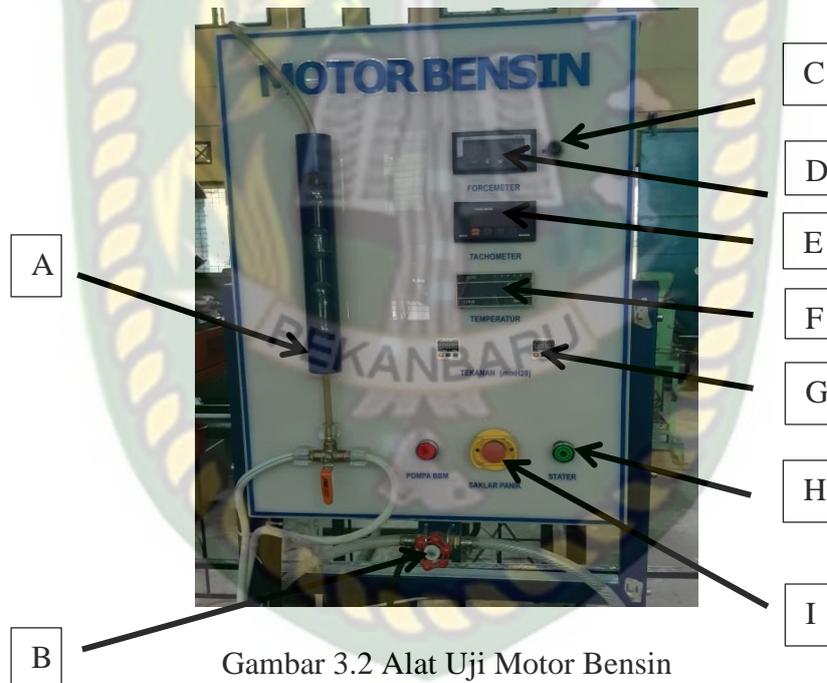
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Alat penelitian

Alat penelitian bertujuan untuk melengkapi perlengkapan data penelitian yang terdiri dari :

3.2.1 Alat Uji

Peralatan yang digunakan dalam proses pengujian prestasi mesin motor bensin motoyama-SPE460GP 22 HP dan panel control ini dilengkapi untuk memenuhi kebutuhan praktikum pengujian dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.2 Alat Uji Motor Bensin

- A. Gelas Ukur dengan kapasitas 8 ml, 16 ml, dan 32 ml tidak boleh kosong pada saat mesin beroperasi. Batas minimum yang masih terlihat pada slang transaran. Pada bagian bawah dilengkapi dengan katup tiga cabang untuk mengatur aliran BBM dari pompa ke gelas ukur dan ke mesin. Pengisian BBM dengan menekan tombol sambil memperhatikan posisi BBM dalam tabung. Hindari BBM kepenuhan pada slang transaran atas.

- B. Katup Beban, mengatur pengisian air pada *hydrobrake*, penutupan maksimum tidak disarankan (untuk keamanan *hydrobrake*).
- C. Potensio zero, untuk mengatur penunjukan 0 pada forcemeter.
- D. *Forcemeter* dalam satuan Newton ini hasil pengukuran pada *hydrobrake* dengan jari-jari gaya terjadi pada 130 mm dari titik putar.
- E. *Tachometer* mengukur putaran motor dalam putaran per menit.
- F. *Termometer* merupakan alat untuk mengukur *temperature* (°C) yaitu terdiri dari lima channel dimana channel 1. Udara masuk orofis, 2. Saluran buang I, 3. Saluran buang II, 4. Minyak pelumas dan 5. Air untuk *hydrobrake*.
- G. Display tekanan orifis pada saluran masuk dan keluar orifis. Perbedaan tekanan terjadi adalah selisih dari kedua tekanan pada display. Satuan digunakan mm serta H₂O vakum.
- H. Tombol Starter, untuk menjalankan mesin.
- I. Tombol Panik, untuk mengatasi kepanikan bila mengalami kegagalan yang membahayakan. Selalu posisi tertutup (OFF) bila mesin tidak beroperasi untuk keamanan.

3.2.2 *Hydrobrake*

Dalam penelitian ini menggunakan alat *Hydrobrake* yang berfungsi sebagai pengatur mekanisme pengereman yang menggunakan fluida. Fluidanya bisa bermacam-macam tergantung jenis apa yang digunakan, Pada penelitian ini *Hydrobrake* dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.3 *Hydrobrake.*

3.2.3 *Stopwatch*

Stopwatch digunakan untuk menentukan waktu yang dibutuhkan mesin uji untuk menghabiskan bahan bakar dengan volume sebanyak 100 ml dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.4 *Stopwatch*

Spesifikasi *stopwatch*

- Casio HS-3 *digital stopwatch*
- 7 digits
- *Measurable up to 9 hours 59 minutes 59 seconds*
- *1/100 of a second*
- *Net time, split time, 1 st / 2nd place time*

3.3 Bahan Penelitian

Bahan penelitian bertujuan untuk melengkapi perlengkapan data penelitian yang terdiri dari :

3.3.1 Bahan bakar

Bahan bakar yang digunakan pada penelitian ini ada tiga yaitu premium, pertalite dan pertamax dapat dilihat pada gambar 3.4



Gambar 3.5 Bahan Bakar.

3.4 Prosedur Pengujian

A. Persiapan sebelum menjalankan

1. Periksa air untuk *hydrobrake* dalam bak penampung terisi $\frac{1}{2}$ sampai $\frac{2}{3}$ bagian dari bak penampung.
2. Periksa minyak pelumas pada tongkat ukur.
3. Tombol panic dalam keadaan tertutup.

4. Posisi bukaan katup gas pada kondisi putaran rendah.
5. Isi bahan bakar minyak pada tangki bahan bakar.
6. Pasang kabel baterai
7. Yakinkan tidak ada yang mengganggu bagian yang bergerak atau berputar.
8. Hubungkan listrik panel ke sumber listrik 220V AC.

B. Menjalankan Peralatan Pengujian

1. Buka tombol emergensi (putar ke kanan)
2. Putar kunci saklar mesin pada posisi ON, instrument dan pompa air akan aktif
3. Tekan tombol pompa BBM, jika diperlukan pengisian gelas ukur, posisi tuas pada P>>G,M.
4. Posisi aliran kran BBM, gelas ukur ke mesin (G>>M)
5. Tunggu sampai air keluar dari drainase hydrobrake, kemudian
6. Tekan tombol starter, sampai mesin jalan.
7. Tarik tuas cock, jika mesin sulit hidup dan tekan kembali bila sudah jalan.
8. Biarkan mesin jalan sampai stabil (normal) pada putaran 1300 rpm.
9. Jaga gelas ukur tidak kosong, tekan tombol pompa BBM bila diperlukan pada posisi kran P >> G,M.

3.5 Pengujian

Didalam prosedur pengujian ini bertujuan untuk mengetahui pembebanan hydrobrake pada motor bensin motoyama-SPE460GP 22 HP dengan variasi bahan bakar sebagai berikut:

1. Periksa apakah semua instrument berfungsi dengan baik.

2. Pengujian dilakukan pada beban tetap, buka katup air sesuai dengan beban diperlukan (perhatikan *forcemeter*).
3. Atur putaran mesin dengan menggeser tuas bukaan katup gas (perhatikan putaran).
4. Naikan putaran mesin sesuai dengan instruksi data diperlukan.
5. Tahan kondisi (hold) mesin, pindahkan katup (kran) bahan bakar pada posisi aliran gelas ukur ke mesin (G>>M) dan timer diaktifkan.
6. Pengamatan atau pengukuran data volume bahan bakar yang diperlukan, perhatikan timer sambil melihat gelas ukur.
7. Setelah dilakukan penahan (hold) beban beberapa saat, atur putaran dan tuas beban ke minimum.
8. Selama mesin dijalankan gelas ukur harus selalu terisi bahan bakar.
9. Ulangi dari item 5 sampai 8 sampai data diperoleh tercukupi.
10. Matikan mesin.

Jika terjadi hal yang tidak diinginkan cara menghentikan Peralatan Pengujian sebagai berikut:

1. Putar kunci saklar mesin ke posisi OFF, mesin dan semua instrument serta pompa air akan berhenti.
2. Tekan tombol panik.
3. Lepaskan baterai.
4. Kosongkan bahan bakar pada tabung dan tangki.
5. Kosongkan air *hydrobrake* pada bak penampungan.

3.6 Petunjuk Keamanan

- a. Tekan tombol *emergensi* dalam keadaan diluar kendali.
- b. Hidari putaran mesin malampaui putaran maksimum.
- c. Air *hydrobrake* selalu mengalir saat mesin dioperasikan, untuk menghindari kerusakan *hydrobrake*.
- d. Hindari pengisian penuh bahan bakar pada tangki dan gelas ukur .
- e. Hindari kekosongan BBM pada slang transfaran dibawah gelas ukur.
- f. Kosongkan bahan bakar pada tangki dan gelas ukur, bila tidak dioperasikan.
- g. Melepaskan hubungan listrik panel terhadap sumber listrik 220V AC.
- h. Melepaskan hubungan baterai, bila tidak digunakan.
- i. Tidak diperkenankan merubah instalasi instrument baik kabel maupun selang.
- j. Membuka tutup belakang panel instrument.
- k. Tidak mengoperasikan mesin sendirian.
- l. Tidak merokok atau menyalakan api.
- m. Selalu menyediakan pemadam api.

3.7 Metode Pengambilan Data

Proses pengambilan data dilakukan pada putaran mesin, waktu setiap pengujian dan gaya *hydrobrake* yang berbeda sesuai yang di rencanakan..

Pengambilan data eksperimen ini dilakukan dengan cara mengukur suhu temperatur air *hydrobrake*, temperatur udara masuk, temperature pelumas mesin,

temperatur *head cylinder*, temperature *exhaust manifold*, gaya *hydro brake*, waktu dan volume bahan bakar pada mesin bensin. Pengambilan data tersebut ialah :

Alat untuk mengukur gaya *hydro brake* menggunakan *forcemeter*, untuk mengukur waktu menggunakan *stopwatch* dan untuk mengukur volume bahan bakar menggunakan gelas ukur.

Data hasil pengujian pengaruh sistem *hydrobrake* terhadap unjuk kerja ditampilkan dalam lampiran. Data hasil penelitian dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Data hasil pengujian dengan menggunakan bahan bakar premium, pertalite, dan pertamax turbo.

No	Putaran (rpm)	Gaya Hydro Brake (N)	Waktu (detik)	Bahan Bakar (ml)
1	-	-	-	-
2	-	-	-	-
3	-	-	-	-

3.8 Jadwal Kegiatan Penelitian

Agar penelitian tentang unjuk kerja pada motoyama-SPE460GP 22HP yang di variasikan bahan bakar dan putaran agar dapat berjalan optimal sesuai dengan waktu yang ditentukan maka perlu dibuat jadwal penelitian seperti yang terlihat pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Jadwal Kegiatan Penelitian

No	Jenis Kegiatan	Bulan											
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	Pembuatan Proposal	■											
2	Studi Literatur			■	■	■	■	■	■	■			
3	Persiapan alat dan bahan									■	■	■	
4	Seminar Proposal	■											
5	Pengujian	■											
6	Analisa Data		■	■									
7	Seminar Hasil			■									
8	Sidang Tugas Akhir			■	■								

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Penelitian

Proses pengambilan data dilakukan pada putaran mesin, waktu setiap pengujian dan gaya *hydrobrake* yang berbeda sesuai yang di rencanakan..

Pengambilan data eksperimen ini dilakukan dengan cara mengukur suhu temperatur air *hydro brake*, temperatur udara masuk, temperature pelumas mesin, temperatur *head cylinder*, temperature *exhaust manifold*, gaya *hydro brake*, waktu dan volume bahan bakar pada mesin bensin. Pengambilan data tersebut ialah :

Alat pengukur gaya *hydrobrake* menggunakan *forcemeter*, untuk mengukur waktu menggunakan *stopwatch* dan untuk mengukur volume bahan bakar menggunakan gelas ukur.

Data hasil pengujian pengaruh gaya pembebanan pada *system hydrobrake* terhadap unjuk kerja ditampilkan dalam lampiran. Data hasil penelitian dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.1 Data Pengujian Dengan Menggunakan Bahan Bakar Premium

No	Putaran (rpm)	Gaya Hydro brake (N)	waktu (detik)	Bahan bakar (ml)
1	2000	150	90	28
2	2000	200	90	34
3	2000	213	90	40

Tabel 4.2 Data Pengujian Dengan Menggunakan Bahan Bakar Pertalite

No	Putaran (rpm)	Gaya Hydro brake (N)	waktu (detik)	Bahan bakar (ml)
1	2000	150	90	27
2	2000	200	90	31
3	2000	220	90	38

Tabel 4.3 Data Pengujian Dengan Menggunakan Bahan Bakar Pertamina Turbo

No	Putaran (rpm)	Gaya Hydro brake (N)	waktu (detik)	Bahan bakar (ml)
1	2000	150	90	22
2	2000	220	90	26
3	2000	227	90	30

4.2 Hasil Perhitungan

Hasil perhitungan gaya *hydrobrake* digunakan untuk menghitung unjuk kerja pada penelitian ini. Dengan menggunakan rumus untuk menghitung nilai Torsi, Daya, Pemakaian bahan bakar, dan Pemakaian Bahan Bakar Spesifik (Sfc) yaitu :

4.2.1 Perhitungan Torsi Pada Variasi Bahan Bakar Dengan Pembebanan *Hydrobrake*.

Adapun perumusan dari torsi adalah sebagai berikut. Apabila suatu benda berputar dan mempunyai besar gaya sentrifugal pada tiap bahan bakar premium, pertalite, dan pertamax turbo dengan panjang lengan torsi 0,13 m dapat dilihat sebagai berikut :

4.2.1.1 Perhitungan Torsi Pada Bahan Bakar Premium Dengan Pembebanan *Hydrobrake*.

Dari hasil pengujian pada bahan bakar premium di dapat besar gaya sentrifugal sebesar $F = 150 \text{ N}$, 200 N , dan 213 N , dengan data tersebut torsinya yaitu :

$$T = (F.L) \text{ (Nm)} \dots\dots\dots (pers 2.1)$$

Dimana :

$T =$ Torsi untuk mengetahui hasil kerja mesin (Nm)

$F =$ gaya (N)

$L =$ panjang lengan torsi (m) = 0,13 m

Maka :

- Torsi dengan gaya 150 N

$$T = (F.L) \text{ (Nm)}$$

$$T = 150 \text{ N} \times 0,13 \text{ m}$$

$$T = 19,5 \text{ Nm}$$

- Torsi dengan gaya 200 N

$$T = (F.L) \text{ (Nm)}$$

$$T = 200 \text{ N} \times 0,13 \text{ m}$$

$$T = 26 \text{ Nm}$$

- Torsi dengan gaya 213 N

$$T = (F.L) \text{ (Nm)}$$

$$T = 213 \text{ N} \times 0,13 \text{ m}$$

$$T = 27,69 \text{ Nm}$$

Dari hasil perhitungan yang dilakukan, variasi gaya *hydrobrake* memiliki pengaruh terhadap torsi pada bahan bakar premium, kemudian dimasukkan kedalam tabel. Tabel torsi dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil perhitungan torsi pada bahan bakar premium.

Bahan Bakar Premium						Putaran (rpm)
F (N)	TORSI (Nm)	F (N)	TORSI (Nm)	F (N)	TORSI (Nm)	
150	19,5	200	26	213	27,69	2000

4.2.1.2 Perhitungan Torsi Pada Bahan Bakar Pertalite Dengan Pembebanan *Hydrobrake*.

Dari hasil pengujian pada bahan bakar pertalite di dapat besar gaya sentrifugal sebesar $F = 150 \text{ N}$, 200 N , dan 220 N , dengan data tersebut torsinya yaitu :

$$T = (F.L) \text{ (Nm)} \dots\dots\dots (pers 2.1)$$

Dimana :

T = Torsi untuk mengetahui hasil kerja mesin (Nm)

F = gaya (N)

L = panjang lengan torsi (m) = 0,13 m

Maka :

- Torsi dengan gaya 150 N

$$T = (F.L) \text{ (Nm)}$$

$$T = 150 \text{ N} \times 0,13 \text{ m}$$

$$T = 19,5 \text{ Nm}$$

- Torsi dengan gaya 200 N

$$T = (F.L) \text{ (Nm)}$$

$$T = 200 \text{ N} \times 0,13 \text{ m}$$

$$T = 26 \text{ Nm}$$

- Torsi dengan gaya 220 N

$$T = (F.L) \text{ (Nm)}$$

$$T = 220 \text{ N} \times 0,13 \text{ m}$$

$$T = 28,6 \text{ Nm}$$

Dari hasil perhitungan yang dilakukan gaya *hydrobrake* memiliki pengaruh terhadap torsi pada bahan bakar pertalite. Tabel torsi dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil perhitungan torsi pada bahan bakar pertalite.

Bahan Bakar Pertalite						Putaran (rpm)
F (N)	TORSI (Nm)	F (N)	TORSI (Nm)	F (N)	TORSI (Nm)	
150	19,5	200	26	220	28,6	2000

4.2.1.3 Perhitungan Torsi Pada Bahan Bakar Pertamina Turbo Dengan Pembebanan *Hydrobrake*.

Dari hasil pengujian pada bahan bakar Pertamina turbo di dapat besar gaya sentrifugal sebesar $F = 150 \text{ N}$, 200 N , dan 227 N , dengan data tersebut torsinya yaitu :

$$T = (F.L) \text{ (Nm)} \dots\dots\dots (pers 2.1)$$

Dimana :

$T =$ Torsi untuk mengetahui hasil kerja mesin (Nm)

$F =$ gaya (N)

$L =$ panjang lengan torsi (m) = 0,13 m

Maka :

- Torsi dengan gaya 150 N

$$T = (F.L) \text{ (Nm)}$$

$$T = 150 \text{ N} \times 0,13 \text{ m}$$

$$T = 19,5 \text{ Nm}$$

- Torsi dengan gaya 200 N

$$T = (F.L) \text{ (Nm)}$$

$$T = 200 \text{ N} \times 0,13 \text{ m}$$

$$T = 26 \text{ Nm}$$

- Torsi dengan gaya 227 N

$$T = (F.L) \text{ (Nm)}$$

$$T = 227 \text{ N} \times 0,13 \text{ m}$$

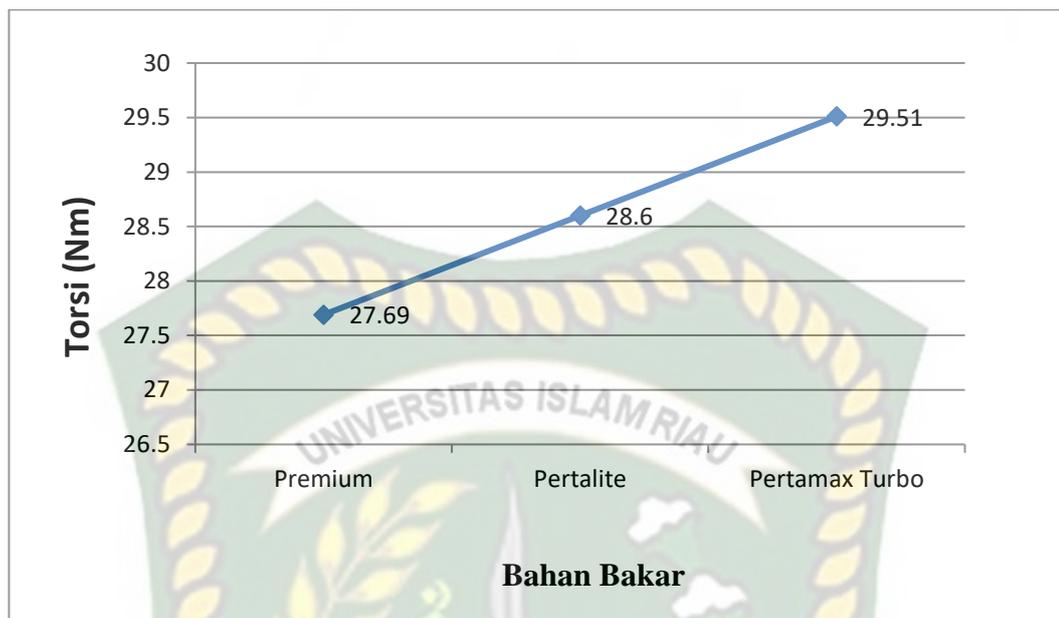
$$T = 29,51 \text{ Nm}$$

Dari hasil perhitungan yang dilakukan, gaya *hydrobrake* memiliki pengaruh terhadap torsi pada bahan bakar pertamax turbo. Tabel torsi dapat dilihat dibawah ini.

Tabel 4.6 Hasil perhitungan torsi pada bahan bakar pertamax turbo.

Bahan Bakar Pertamax Turbo						Putaran (rpm)
F (N)	TORSI (Nm)	F (N)	TORSI (Nm)	F (N)	TORSI (Nm)	
150	19,5	200	26	227	29,51	2000

Dari tabel 4.4, 4.5, dan 4.6 Torsi yang dihasilkan dari pembebanan gaya *hysdrobrake* pada variasi bahan bakar premium, pertalite, dan pertamax turbo di ambil nilai maximum dapat ditampilkan dalam bentuk grafik pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Torsi pada bahan bakar premium, pertalite dan pertamax turbo dengan pembebanan *hydrobrake*.

Dari gambar 4.1 dapat dilihat bahwa, pada pengujian variasi bahan bakar terhadap torsi dengan pembebanan yang memiliki nilai torsi tertinggi adalah sebesar 29,51 Nm pada bahan bakar pertamax turbo. Sedangkan pada bahan bakar premium memiliki nilai torsi yang terendah adalah 27,69 Nm. Dapat disimpulkan bahwa torsi pada bahan bakar pertamax turbo nilai torsinya lebih besar, karena adanya pembebanan yang lebih besar sehingga mempengaruhi pembakaran, pembakaran yang baik menghasilkan tekanan yang tinggi sehingga mendorong torak lebih cepat dari TMA ke TMB. Oleh karna itu torsi yang dihasilkan jauh lebih tinggi.

4.2.2 Perhitungan Daya Pada Variasi Bahan Bakar Dengan Pembebanan *Hydrobrake*.

Daya merupakan kerja atau energi yang dihasilkan mesin per satuan waktu mesin itu beroperasi. Apabila suatu mesin beroperasi dengan putaran 2000 rpm dan mempunyai torsi pada tiap gaya pembeban dapat dilihat sebagai berikut :

4.2.2.1 Perhitungan Daya Pada Bahan Bakar Premium Dengan Pembebanan *Hydrobrake*.

Dari hasil pengujian pada gaya pembebanan pada *system hydrobrake* sebesar 150 N, 190 N, dan 213 N pada bahan bakar premium dengan putaran mesin 2000 rpm di dapat besar torsi $T = 19,5 \text{ Nm}$, 26 Nm , dan $27,69 \text{ Nm}$, dengan data tersebut di dapat dayanya dengan persamaan yaitu :

$$P = \frac{2\pi \cdot n \cdot T}{6000} \text{ (kW)} \dots\dots\dots \text{(pers 2.2)}$$

Dimana :

P = Daya untuk mengetahui hasil kerja mesin per satuan waktu (kW)

T = Torsi (Nm)

n = Putaran mesin (rpm)

Maka :

- Daya dengan putaran 2000 rpm dan Torsi 19,5 Nm

$$P = \frac{2\pi \cdot n \cdot T}{6000} \text{ (kW)}$$

$$P = \frac{2 \times 3,14 \times 2000 \times 19,5}{6000} \text{ (kW)}$$

$$P = \frac{244920}{6000} \text{ (kW)}$$

$$P = 40,82 \text{ kW}$$

- Daya dengan putaran 2000 rpm dan Torsi 26 Nm

$$P = \frac{2\pi \cdot n \cdot T}{6000} \text{ (kW)}$$

$$P = \frac{2 \times 3,14 \times 2000 \times 26}{6000} \text{ (kW)}$$

$$P = \frac{326560}{6000} \text{ (kW)}$$

$$P = 54,42 \text{ kW}$$

- Daya dengan putaran 2000 rpm dan Torsi 27,69 Nm

$$P = \frac{2\pi \cdot n \cdot T}{6000} \text{ (kW)}$$

$$P = \frac{2 \times 3,14 \times 2000 \times 27,69}{6000} \text{ (kW)}$$

$$P = \frac{347786,4}{6000} \text{ (kW)}$$

$$P = 57,96 \text{ kW}$$

Dari hasil perhitungan yang dilakukan, torsi memiliki pengaruh terhadap daya pada bahan bakar premium. Tabel daya dapat dilihat dibawah ini.

Tabel 4.7 Hasil perhitungan daya pada bahan bakar premium.

Bahan Bakar Premium						Putaran (rpm)
TORSI (Nm)	Daya (kW)	TORSI (Nm)	Daya (kW)	TORSI (Nm)	Daya (kW)	
19,5	40,82	26	54,42	27,69	57,96	2000

4.2.2.2 Perhitungan Daya Pada Bahan Bakar Pertalite Dengan Pembebanan *Hydrobrake*.

Dari hasil pengujian pada gaya pembebanan pada *system hydrobrake* sebesar 190 N, 219 N, dan 220 N pada bahan bakar premium dengan putaran mesin 2000 rpm di dapat besar torsi $T = 19,5 \text{ Nm}$, 26 Nm , dan $28,6 \text{ Nm}$, dengan data tersebut di dapat dayanya dengan persamaan yaitu :

$$P = \frac{2\pi \cdot n \cdot T}{6000} \text{ (kW)} \dots\dots\dots (\text{pers 2.2})$$

Dimana :

P = Daya untuk mengetahui hasil kerja mesin per satuan waktu (kW)

T = Torsi (Nm)

n = Putaran mesin (rpm)

Maka :

- Daya dengan putaran 2000 rpm dan Torsi 19,5 Nm

$$P = \frac{2\pi \cdot n \cdot T}{6000} \text{ (kW)}$$

$$P = \frac{2 \times 3,14 \times 2000 \times 19,5}{6000} \text{ (kW)}$$

$$P = \frac{244920}{6000} \text{ (kW)}$$

$$P = 40,82 \text{ kW}$$

- Daya dengan putaran 2000 rpm dan Torsi 26 Nm

$$P = \frac{2\pi \cdot n \cdot T}{6000} \text{ (kW)}$$

$$P = \frac{2 \times 3,14 \times 2000 \times 26}{6000} \text{ (kW)}$$

$$P = \frac{326560}{6000} \text{ (kW)}$$

$$P = 54,42 \text{ kW}$$

- Daya dengan putaran 2000 rpm dan Torsi 28,6 Nm

$$P = \frac{2\pi.n.T}{6000} \text{ (kW)}$$

$$P = \frac{2 \times 3,14 \times 2000 \times 28,6}{6000} \text{ (kW)}$$

$$P = \frac{359216}{6000} \text{ (kW)}$$

$$P = 59,86 \text{ kW}$$

Dari hasil perhitungan yang dilakukan, torsi memiliki pengaruh terhadap daya pada bahan bakar pertalite. Tabel daya dapat dilihat dibawah ini.

Tabel 4.8 Hasil perhitungan daya pada bahan bakar pertalite.

Bahan Bakar Pertalite						Putaran (rpm)
TORSI (Nm)	Daya (kW)	TORSI (Nm)	Daya (kW)	TORSI (Nm)	Daya (kW)	
19,5	40,82	26	54,42	28,6	59,86	2000

4.2.2.3 Perhitungan Daya Pada Bahan Bakar Pertamina Turbo Dengan Pembebanan *Hydrobrake*.

Dari hasil pengujian pada gaya pembebanan pada *system hydrobrake* sebesar 160 N, 190 N, dan 227 N pada bahan bakar premium dengan putaran mesin 2000 rpm di dapat besar torsi T = 19,5 Nm, 26 Nm, dan 29,51 Nm, dengan data tersebut di dapat dayanya dengan persamaan yaitu :

$$P = \frac{2\pi.n.T}{6000} \text{ (kW)} \dots\dots\dots (pers 2.2)$$

Dimana :

P = Daya untuk mengetahui hasil kerja mesin per satuan waktu (kW)

T = Torsi (Nm)

n = Putaran mesin (rpm)

Maka :

- Daya dengan putaran 2000 rpm dan Torsi 19,5 Nm

$$P = \frac{2\pi \cdot n \cdot T}{6000} \text{ (kW)}$$

$$P = \frac{2 \times 3,14 \times 2000 \times 19,5}{6000} \text{ (kW)}$$

$$P = \frac{244920}{6000} \text{ (kW)}$$

$$P = 40,82 \text{ kW}$$

- Daya dengan putaran 2000 rpm dan Torsi 26 Nm

$$P = \frac{2\pi \cdot n \cdot T}{6000} \text{ (kW)}$$

$$P = \frac{2 \times 3,14 \times 2000 \times 26}{6000} \text{ (kW)}$$

$$P = \frac{326560}{6000} \text{ (kW)}$$

$$P = 54,42 \text{ kW}$$

- Daya dengan putaran 2000 rpm dan Torsi 29,51 Nm

$$P = \frac{2\pi \cdot n \cdot T}{6000} \text{ (kW)}$$

$$P = \frac{2 \times 3,14 \times 2000 \times 29,51}{6000} \text{ (kW)}$$

$$P = \frac{370645,6}{6000} \text{ (kW)}$$

$$P = 61,77 \text{ kW}$$

Dari hasil perhitungan yang dilakukan, torsi memiliki pengaruh terhadap daya pada bahan bakar pertamax turbo. Tabel daya dapat dilihat dibawah ini.

Tabel 4.9 Hasil perhitungan daya pada bahan bakar pertamax turbo.

Bahan Bakar Pertamax Turbo						Putaran (rpm)
TORSI (Nm)	Daya (kW)	TORSI (Nm)	Daya (kW)	TORSI (Nm)	Daya (kW)	
19,5	40,82	26	54,42	29,51	61,77	2000

Dari tabel 4.7, 4.8, dan 4.9 Daya yang dihasilkan dari torsi pada variasi bahan bakar premium, pertalite, dan pertamax turbo di ambil nilai maximum dapat ditampilkan dalam bentuk grafik pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Daya pada bahan bakar premium, pertalite dan pertamax turbo dengan pembebanan *hydrobrake*.

Dari gambar 4.2 dapat dilihat bahwa, pada pengujian variasi bahan bakar terhadap daya dengan pembebanan yang memiliki nilai daya tertinggi adalah sebesar 61,77 Nm pada bahan bakar pertamax turbo. Sedangkan pada bahan bakar premium memiliki nilai daya yang terendah adalah 57,96 Nm. Dapat disimpulkan bahwa daya pada bahan bakar dengan pembebanan *hydrobrake* lebih besar, karena adanya pembakaran yang baik mendorong torak lebih cepat dari TMA ke TMB, sehingga torsi yang dihasilkan tinggi. peningkatan pada torsi akan mempengaruhi daya lebih tinggi.

4.2.3 Perhitungan Pemakaian Bahan Bakar Spesifik (SFC) Pada Variasi Bahan Bakar Dengan Pembebanan *Hydrobrake*.

Pemakaian bahan bakar spesifik (*SFC*) merupakan konsumsi bahan bakar sebuah motor dihitung dari jumlah pemakaian bahan bakar tiap jam dibagi daya efektif mesin. Dapat dilihat sebagai berikut yaitu :

4.2.3.1 Perhitungan Pemakaian Bahan Bakar Spesifik (SFC) Pada Bahan Bakar Premium Dengan Pembebanan *Hydrobrake*.

Dari hasil pengujian pada pembebanan sebesar 150 N, 200 N, dan 213 N pada bahan bakar premium dengan putaran mesin 2000 rpm dan daya yaitu 40,82 kW, 54,42 kW, dan 57,96 kW waktu yang dipakai untuk menghabiskan bahan bakar 90 detik, dan jumlah bahan bakar premium yang digunakan 28 ml, 34 ml, dan 40 ml dengan data tersebut di dapat dayanya dengan persamaan yaitu :

$$SFC = \frac{m_f}{N_e} \text{ (kg/jam kW)} \dots\dots\dots (pers 2.3)$$

Dimana:

$$m_f = \text{Pemakaian bahan bakar tiap jam (kg/jam)}$$

$$m_f = (V_{bb} / t) \times \rho_{bb} \times 3600 \text{ (kg/jam)}$$

$$t = \text{Waktu yang dipakai untuk menghabiskan sejumlah X (detik)}$$

$$V_{bb} = \text{Volume bahan bakar (m}^3\text{)}$$

$$\rho_{bb} = 747 \text{ kg/m}^3$$

$$N_e = \text{Daya efektif mesin (kW)}$$

$$M_t = \text{Momen puntir (Nm)}$$

$$n = \text{Putaran mesin (rpm)}$$

Maka :

- Pemakaian bahan bakar premium 28 ml dengan daya 40,82 kW

$$SFC = \frac{m_f}{N_e} \text{ (kg/jam kW)}$$

$$SFC = \frac{(X / t) \times \rho_{bb} \times 3600}{N_e} \text{ (kg/jam kW)}$$

$$SFC = \frac{(2,8 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 / 90 \text{ detik}) \times 747 \text{ kg/m}^3 \times 3600}{40,82 \text{ kW}} \text{ (kg/jam kW)}$$

$$SFC = \frac{0,83 \text{ kg/jam}}{40,82 \text{ kW}}$$

$$SFC = 0,020 \text{ kg/jam kW}$$

- Pemakaian bahan bakar premium 34 ml dengan daya 54,42 kW

$$SFC = \frac{m_f}{N_e} \text{ (kg/jam kW)}$$

$$SFC = \frac{(X / t) \times \rho_{bb} \times 3600}{N_e} \text{ (kg/jam kW)}$$

$$SFC = \frac{(3,4 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 / 90 \text{ detik}) \times 747 \text{ kg/m}^3 \times 3600}{54,42 \text{ kW}} \text{ (kg/jam kW)}$$

$$SFC = \frac{1,01 \text{ kg/jam}}{54,42 \text{ kW}}$$

$$SFC = 0,0186 \text{ kg/jam kW}$$

- Pemakaian bahan bakar premium 40 ml dengan daya 57,96 kW

$$SFC = \frac{m_f}{N_e} \text{ (kg/jam kW)}$$

$$SFC = \frac{(X/t) \times \rho_{bb} \times 3600}{N_e} \text{ (kg/jam kW)}$$

$$SFC = \frac{(4.10^{-5} \text{ m}^3 / 90 \text{ detik}) \times 747 \text{ kg/m}^3 \times 3600}{59,8 \text{ kW}} \text{ (kg/jam kW)}$$

$$SFC = \frac{1,19 \text{ kg/jam}}{57,96 \text{ kW}}$$

$$SFC = 0,0206 \text{ kg/jam kW}$$

Dari hasil perhitungan yang dilakukan, daya memiliki pengaruh terhadap pemakaian bahan bakar spesifik (*SFC*) pada bahan bakar premium. Tabel pemakaian bahan bakar (*SFC*) dapat dilihat dibawah ini.

Tabel 4.10 Hasil perhitungan pemakaian bahan bakar spesifik (*SFC*) pada bahan bakar premium.

Bahan Bakar Premium						Waktu (detik)
Daya (kW)	Pemakaian Bahan Bakar Spesifik (<i>SFC</i>)	Daya (kW)	Pemakaian Bahan Bakar Spesifik (<i>SFC</i>)	Daya (kW)	Pemakaian Bahan Bakar Spesifik (<i>SFC</i>)	
40,82	0,0201	54,42	0,0186	57,96	0,0206	90

4.2.3.2 Perhitungan Pemakaian Bahan Bakar Spesifik (*SFC*) Pada Bahan Bakar Pertalite Dengan Pembebanan *Hydrobrake*.

Dari hasil pengujian pada pembebanan sebesar 150 N, 200 N, dan 220 N pada bahan bakar premium dengan putaran mesin 2000 rpm dan daya yaitu 40,82 kW, 54,42 kW, dan 59,86 kW waktu yang dipakai untuk menghabiskan bahan bakar 90 detik, dan jumlah bahan bakar pertalite yang digunakan 27 ml, 31 ml, dan 37 ml dengan data tersebut di dapat dayanya dengan persamaan yaitu :

$$SFC = \frac{m_f}{N_e} \text{ (kg/jam kW)} \dots\dots\dots (\text{pers 2.3})$$

Dimana:

$$m_f = \text{Pemakaian bahan bakar tiap jam (kg/jam)}$$

$$m_f = (V_{bb} / t) \times \rho_{bb} \times 3600 \text{ (kg/jam)}$$

$$t = \text{Waktu yang dipakai untuk menghabiskan sejumlah X (detik)}$$

$$V_{bb} = \text{Volume bahan bakar (m}^3\text{)}$$

$$\rho_{bb} = 715 \text{ kg/m}^3$$

$$N_e = \text{Daya efektif mesin (kW)}$$

$$M_t = \text{Momen puntir (Nm)}$$

$$n = \text{Putaran mesin (rpm)}$$

Maka :

$$SFC = \frac{m_f}{N_e} \text{ (kg/jam kW)}$$

Maka :

- Pemakaian bahan bakar pertalite 27 ml dengan daya 40,82 kW

$$SFC = \frac{m_f}{N_e} \text{ (kg/jam kW)}$$

$$SFC = \frac{(X / t) \times \rho_{bb} \times 3600}{N_e} \text{ (kg/jam kW)}$$

$$SFC = \frac{(2,7 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 / 90 \text{ detik}) \times 715 \text{ kg/m}^3 \times 3600}{40,82 \text{ kW}} \text{ (kg/jam kW)}$$

$$SFC = \frac{0,77 \text{ kg/jam}}{40,82 \text{ kW}}$$

$$SFC = 0,0186 \text{ kg/jam kW}$$

- Pemakaian bahan bakar pertalite 31 ml dengan daya 54,42 kW

$$SFC = \frac{m_f}{N_e} \text{ (kg/jam kW)}$$

$$SFC = \frac{(X/t) \times \rho_{bb} \times 3600}{N_e} \text{ (kg/jam kW)}$$

$$SFC = \frac{(3,1 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 / 90 \text{ detik}) \times 715 \text{ kg/m}^3 \times 3600}{54,42 \text{ kW}} \text{ (kg/jam kW)}$$

$$SFC = \frac{0,88 \text{ kg/jam}}{54,42 \text{ kW}}$$

$$SFC = 0,016 \text{ kg/jam kW}$$

- Pemakaian bahan bakar pertalite 37 ml dengan daya 59,86 kW

$$SFC = \frac{m_f}{N_e} \text{ (kg/jam kW)}$$

$$SFC = \frac{(X/t) \times \rho_{bb} \times 3600}{N_e} \text{ (kg/jam kW)}$$

$$SFC = \frac{(3,7 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 / 90 \text{ detik}) \times 715 \text{ kg/m}^3 \times 3600}{59,86 \text{ kW}} \text{ (kg/jam kW)}$$

$$SFC = \frac{1,05 \text{ kg/jam}}{59,86 \text{ kW}}$$

$$SFC = 0,0175 \text{ kg/jam kW}$$

Dari hasil perhitungan yang dilakukan, daya memiliki pengaruh terhadap pemakaian bahan bakar spesifik (*SFC*) pada bahan bakar pertalite. Tabel pemakaian bahan bakar (*SFC*) dapat dilihat dibawah ini.

Tabel 4.11 Hasil perhitungan pemakaian bahan bakar spesifik (*SFC*) pada bahan bakar pertalite.

Bahan Bakar Pertalite						Waktu (detik)
Daya (kW)	Pemakaian Bahan Bakar Spesifik (SFC)	Daya (kW)	Pemakaian Bahan Bakar Spesifik (SFC)	Daya (kW)	Pemakaian Bahan Bakar Spesifik (SFC)	
40,82	0,0186	54,42	0,016	59,86	0,0175	90

4.2.3.3 Perhitungan Pemakaian Bahan Bakar Spesifik (SFC) Pada Bahan Bakar Pertamina Turbo Dengan Pembebanan *Hydrobrake*.

Dari hasil pengujian pada pembebanan sebesar 150 N, 200 N, dan 213 N pada bahan bakar premium dengan putaran mesin 2000 rpm dan daya yaitu 40,82 kW, 54,42 kW, dan 61,77 kW waktu yang dipakai untuk menghabiskan bahan bakar 90 detik, dan jumlah bahan bakar pertamax turbo yang digunakan 24 ml, 28 ml, dan 32 ml dengan data tersebut di dapat dayanya dengan persamaan yaitu :

$$SFC = \frac{m_f}{N_e} \left(\frac{\text{kg}}{\text{jam kW}} \right) \dots\dots\dots (pers 2.3)$$

Dimana:

$$m_f = \text{Pemakaian bahan bakar tiap jam} \left(\frac{\text{kg}}{\text{jam}} \right)$$

$$m_f = (V_{bb} / t) \times \rho_{bb} \times 3600 \left(\frac{\text{kg}}{\text{jam}} \right)$$

$$t = \text{Waktu yang dipakai untuk menghabiskan sejumlah X (detik)}$$

$$V_{bb} = \text{Volume bahan bakar} \left(\text{m}^3 \right)$$

$$\rho_{bb} = 723 \text{ kg/m}^3$$

$$N_e = \text{Daya efektif mesin} \left(\text{kW} \right)$$

$$M_t = \text{Momen puntir} \left(\text{Nm} \right)$$

$$n = \text{Putaran mesin} \left(\text{rpm} \right)$$

Maka :

$$\text{SFC} = \frac{m_f}{N_e} \text{ (kg/jam kW)}$$

Maka :

- Pemakaian bahan bakar pertamax turbo 22 ml dengan daya 40,82 kW

$$\text{SFC} = \frac{m_f}{N_e} \text{ (kg/jam kW)}$$

$$\text{SFC} = \frac{(X/t) \times \rho_{bb} \times 3600}{N_e} \text{ (kg/jam kW)}$$

$$\text{SFC} = \frac{(2,2 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 / 90 \text{ detik}) \times 723 \text{ kg/m}^3 \times 3600}{40,82 \text{ kW}} \text{ (kg/jam kW)}$$

$$\text{SFC} = \frac{0,63 \text{ kg/jam}}{40,82 \text{ kW}}$$

$$\text{SFC} = 0,0155 \text{ kg/jam kW}$$

- Pemakaian bahan bakar pertamax turbo 26 ml dengan daya 54,42 kW

$$\text{SFC} = \frac{m_f}{N_e} \text{ (kg/jam kW)}$$

$$\text{SFC} = \frac{(X/t) \times \rho_{bb} \times 3600}{N_e} \text{ (kg/jam kW)}$$

$$\text{SFC} = \frac{(2,6 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 / 90 \text{ detik}) \times 723 \text{ kg/m}^3 \times 3600}{54,42 \text{ kW}} \text{ (kg/jam kW)}$$

$$\text{SFC} = \frac{0,75 \text{ kg/jam}}{54,42 \text{ kW}}$$

$$\text{SFC} = 0,0138 \text{ kg/jam kW}$$

- Pemakaian bahan bakar pertamax turbo 30 ml dengan daya 61,77 kW

$$\text{SFC} = \frac{m_f}{N_e} \text{ (kg/jam kW)}$$

$$\text{SFC} = \frac{(X/t) \times \rho_{bb} \times 3600}{N_e} \text{ (kg/jam kW)}$$

$$\text{SFC} = \frac{(3 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 / 90 \text{ detik}) \times 747 \text{ kg/m}^3 \times 3600}{61,77 \text{ kW}} \text{ (kg/jam kW)}$$

$$\text{SFC} = \frac{0,89 \text{ kg/jam}}{61,77 \text{ kW}}$$

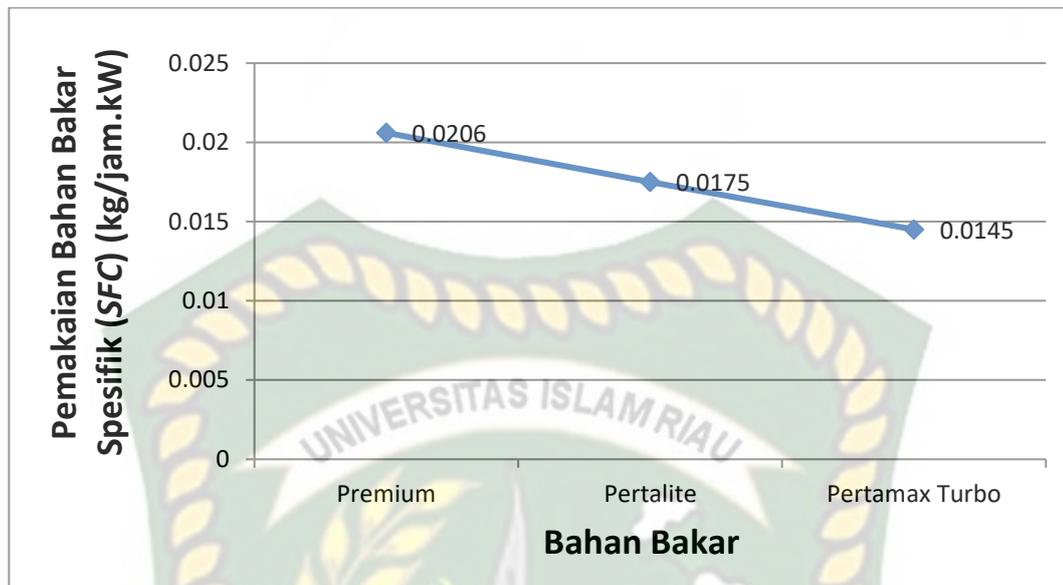
$$SFC = 0,0145 \text{ kg/jam kW}$$

Dari hasil perhitungan yang dilakukan, daya memiliki pengaruh terhadap pemakaian bahan bakar spesifik (*SFC*) pada bahan bakar pertamax turbo. Tabel pemakaian bahan bakar (*SFC*) dapat dilihat dibawah ini.

Tabel 4.12 Hasil perhitungan pemakaian bahan bakar spesifik (*SFC*) pada bahan bakar pertamax turbo hasil pengujian.

Bahan Bakar Pertamax Turbo						Waktu (detik)
Daya (kW)	Pemakaian Bahan Bakar Spesifik (<i>SFC</i>)	Daya (kW)	Pemakaian Bahan Bakar Spesifik (<i>SFC</i>)	Daya (kW)	Pemakaian Bahan Bakar Spesifik (<i>SFC</i>)	
40,82	0,0155	54,42	0,0138	61,77	0,0145	90

Dari tabel 4.10, 4.11, dan 4.12 Pemakaian bahan bakar spesifik (*SFC*) yang dihasilkan dari daya pada variasi bahan bakar premium, pertalite, dan pertamax turbo di ambil nilai maximum tiap bahan bakar. Kemudian dapat ditampilkan dalam bentuk grafik pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Pemakaian bahan bakar spesifik pada bahan bakar premium, pertalite dan pertamax turbo dengan pembebanan *hydrobrake*.

Dari gambar 4.3 dapat dilihat bahwa, pada pengujian variasi bahan bakar terhadap daya dengan pembebanan yang memiliki pemakaian bahan bakar spesifik lebih irit yaitu 0,0145 kg/jam.kW pada bahan bakar pertamax turbo. Sedangkan pada bahan bakar premium memiliki pemakaian bahan bakar spesifik lebih boros yaitu 0,0206 kg/jam.kW. Dapat disimpulkan, pembebanan *hydrobrake* yang lebih besar pada bahan bakar pertamax turbo mengakibatkan nilai pemakaian bahan bakar spesifik lebih irit, hal ini disebabkan karena adanya pembakaran yang lebih sempurna sehingga mempengaruhi pemakaian bahan bakar spesifik, akan semakin kecil (lebih irit).

4.2.4 Perhitungan Effisiensi Thermis Pada Variasi Bahan Bakar Dengan Pembebanan *Hydrobrake*.

Efisiensi termis adalah ukuran tanpa dimensi yang menunjukkan performa peralatan termal seperti mesin pembakaran dalam dan menjadi energi output yang diminta dapat berupa kerja. Dapat ditulis dengan rumus sebagai berikut :

4.2.4.1 Perhitungan Effisiensi Thermis Pada Bahan Bakar Premium Dengan Pembebanan *Hydrobrake*.

Dari hasil pengujian bahan bakar premium pada pemakaian bahan bakar, putaran mesin 2000 rpm dan pembebanan *hydrobrake* dengan data tersebut di dapat efisiensi termis dengan persamaan yaitu :

$$\dot{\eta}_{th} = \frac{Ne \times 632}{m_f \times LHV} 100\% \dots\dots\dots (pers 2.5)$$

Dimana :

LHV = Nilai kalor bawah (kJ/kg).

LHV = HHV - 3240

HHV = Nilai kalor atas (kJ/kg)

m_f = Pemakaian bahan bakar (kg/jam)

Ne = Daya (kW)

Maka :

- Nilai $\dot{\eta}_{th}$ terhadap daya 40,82 kW dan m_f 0,83 kg/jam

$$\dot{\eta}_{th} = \frac{Ne \times 632}{m_f \times LHV} 100\%$$

$$= \frac{40,82 \text{ kW} \times 632}{0,83 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \times 42609 \text{ kJ/kg}} 100\%$$

$$= 72 \%$$

- Nilai $\dot{\eta}_{th}$ terhadap daya 54,42 kW dan m_f 1,01 kg/jam

$$\dot{\eta}_{th} = \frac{Ne \times 632}{m_f \times LHV} 100\%$$

$$= \frac{54,42 \text{ kW} \times 632}{1,01 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \times 42609 \text{ kJ/kg}} 100\%$$

$$= 79 \%$$

- Nilai $\dot{\eta}_{th}$ terhadap daya 57,96 kW m_f 1,19 kg/jam

$$\dot{\eta}_{th} = \frac{Ne \times 632}{m_f \times LHV} 100\%$$

$$= \frac{57,96 \text{ kW} \times 632}{1,19 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \times 42609 \text{ kJ/kg}} 100\%$$

$$= 72 \%$$

Dari hasil perhitungan yang dilakukan daya dan pemakaian bahan bakar serta nilai LHV bahan bakar premium memiliki pengaruh terhadap efisiensi termis dengan pembebanan *hydrobrake*. Tabel efisiensi termis dapat dilihat pada tabel 4.13.

Tabel 4.13 Hasil perhitungan efisiensi termis pada bahan bakar premium dengan pembebanan *hydrobrake*.

Bahan Bakar Premium	LHV (kJ/kg)
---------------------	----------------

Pemakaian Bahan Bakar (kg/jam)	Effisiensi Termis (%)	Pemakaian Bahan Bakar (kg/jam)	Effisiensi Termis (%)	Pemakaian Bahan Bakar (kg/jam)	Effisiensi Termis (%)	
0,83	72	1,01	79	1,19	72	42609

4.2.4.2 Perhitungan Effisiensi Thermis Pada Bahan Bakar Peralite Dengan Pembebanan *Hydrobrake*.

Dari hasil pengujian bahan bakar peralite pada pemakaian bahan bakar, putaran mesin 2000 rpm dan pembebanan *hydrobrake* dengan data tersebut di dapat effisiensi thermis dengan persamaan yaitu :

$$\dot{\eta}_{th} = \frac{Ne \times 632}{m_f \times LHV} 100\% \dots\dots\dots (pers 2.5)$$

Dimana :

LHV = Nilai kalor bawah (kJ/kg).

LHV = HHV - 3240

HHV = Nilai kalor atas (kJ/kg)

m_f = Pemakaian bahan bakar (kg/jam)

Ne = Daya (kW)

Maka :

- Nilai $\dot{\eta}_{th}$ terhadap daya 40,82 kW dan m_f 0,80 kg/jam

$$\begin{aligned} \dot{\eta}_{th} &= \frac{Ne \times 632}{m_f \times LHV} 100\% \\ &= \frac{40,82 \text{ kW} \times 632}{0,77 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \times 44260 \text{ kJ/kg}} 100\% \\ &= 75 \% \end{aligned}$$

- Nilai $\dot{\eta}_{th}$ terhadap daya 54,42 kW dan m_f 0,926 kg/jam

$$\begin{aligned}\dot{\eta}_{th} &= \frac{Ne \times 632}{m_f \times LHV} 100\% \\ &= \frac{54,42 \text{ kW} \times 632}{0,88 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \times 44260 \text{ kJ/kg}} 100\% \\ &= 88 \%\end{aligned}$$

- Nilai $\dot{\eta}_{th}$ terhadap daya 59,86 kW m_f 1,13 kg/jam

$$\begin{aligned}\dot{\eta}_{th} &= \frac{Ne \times 632}{m_f \times LHV} 100\% \\ &= \frac{59,86 \text{ kW} \times 632}{1,05 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \times 44260 \text{ kJ/kg}} 100\% \\ &= 81 \%\end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan yang dilakukan daya dan pemakaian bahan bakar serta nilai LHV bahan bakar pertalite memiliki pengaruh terhadap efisiensi termis dengan pembebanan *hydrobrake*. Tabel efisiensi termis dapat dilihat pada tabel 4.14.

Tabel 4.14 Hasil perhitungan efisiensi termis pada bahan bakar pertalite dengan pembebanan *hydrobrake*.

Bahan Bakar Pertalite						LHV (kJ/kg)
Pemakaian Bahan Bakar (kg/jam)	Effisiensi Termis (%)	Pemakaian Bahan Bakar (kg/jam)	Effisiensi Termis (%)	Pemakaian Bahan Bakar (kg/jam)	Effisiensi Termis (%)	
0,77	75	0,88	88	1,05	81	44260

4.2.4.3 Perhitungan Effisiensi Thermis Pada Bahan Bakar Pertamina Turbo Dengan Pembebanan *Hydrobrake*.

Dari hasil pengujian bahan bakar pertamax turbo pada pemakaian bahan bakar, putaran mesin 2000 rpm dan pembebanan *hydrobrake* dengan data tersebut di dapat efisiensi thermis dengan persamaan yaitu :

$$\dot{\eta}_{th} = \frac{Ne \times 632}{m_f \times LHV} 100\% \dots\dots\dots (pers 2.5)$$

Dimana :

LHV = Nilai kalor bawah (kJ/kg).

LHV = HHV - 3240

HHV = Nilai kalor atas (kJ/kg)

m_f = Pemakaian bahan bakar (kg/jam)

Ne = Daya (kW)

Maka :

- Nilai $\dot{\eta}_{th}$ terhadap daya 40,82 kW dan m_f 0,65 kg/jam

$$\begin{aligned} \dot{\eta}_{th} &= \frac{Ne \times 632}{m_f \times LHV} 100\% \\ &= \frac{40,82 \text{ kW} \times 632}{0,63 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \times 47371 \text{ kJ/kg}} 100\% \\ &= 86 \% \end{aligned}$$

- Nilai $\dot{\eta}_{th}$ terhadap daya 54,42 kW dan m_f 0,77 kg/jam

$$\begin{aligned} \dot{\eta}_{th} &= \frac{Ne \times 632}{m_f \times LHV} 100\% \\ &= \frac{54,42 \text{ kW} \times 632}{0,73 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \times 47371 \text{ kJ/kg}} 100\% \\ &= 94 \% \end{aligned}$$

- Nilai $\dot{\eta}_{th}$ terhadap daya 61,77 kW m_f 0,89 kg/jam

$$\dot{\eta}_{th} = \frac{Ne \times 632}{m_f \times LHV} 100\%$$

$$= \frac{61,77 \text{ kW} \times 632}{0,89 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \times 47371 \text{ kJ/kg}} 100\%$$

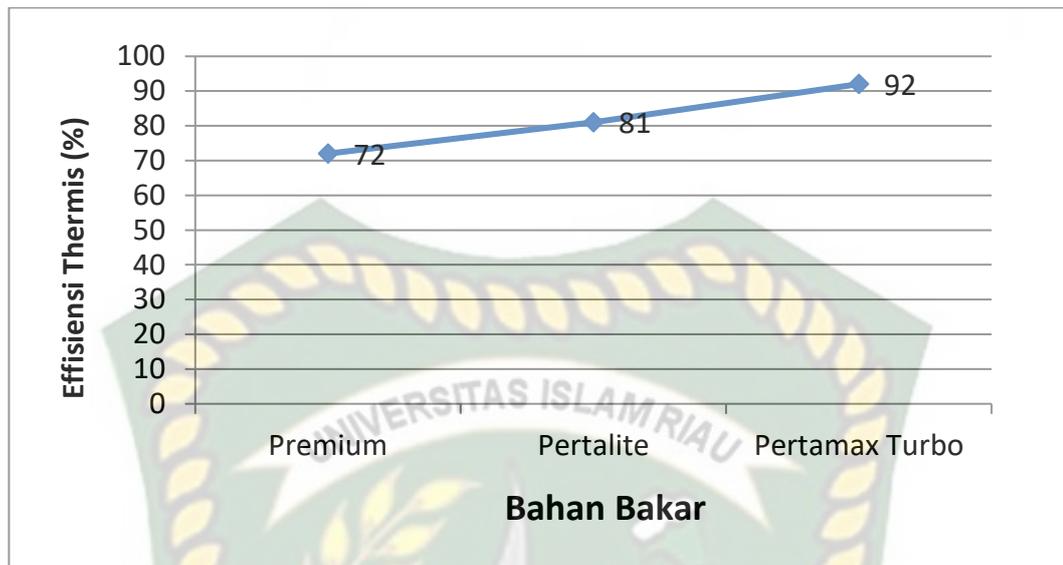
$$= 92 \%$$

Dari hasil perhitungan yang dilakukan daya dan pemakaian bahan bakar serta nilai LHV bahan bakar pertamax turbo memiliki pengaruh terhadap efisiensi termis dengan pembebanan *hydrobrake*. Tabel efisiensi termis dapat dilihat pada tabel 4.13.

Tabel 4.15 Hasil perhitungan efisiensi termis pada bahan bakar pertamax turbo dengan pembebanan *hydrobrake*.

Bahan Bakar Pertamax Turbo						LHV (kJ/kg)
Pemakaian Bahan Bakar (kg/jam)	Effisiensi Termis (%)	Pemakaian Bahan Bakar (kg/jam)	Effisiensi Termis (%)	Pemakaian Bahan Bakar (kg/jam)	Effisiensi Termis (%)	
0,65	86	0,77	94	0,89	92	47371

Dari tabel 4.13, 4.14, dan 4.15 Effisiensi termis yang dihasilkan dari daya pada variasi bahan bakar premium, pertalite, dan pertamax turbo di ambil nilai maximum tiap bahan bakar. Kemudian dapat ditampilkan dalam bentuk grafik pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 Effisiensi thermis pada bahan bakar bahan bakar premium, pertalite dan pertamax turbo dengan pembebanan *hydrobrake*.

Dari gambar 4.4 dapat dilihat bahwa, pada bahan bakar premium, pertalite, dan pertamax turbo dengan pembebanan *hydrobrake* yang memiliki efisiensi thermis lebih tinggi adalah sebesar 92% pada bahan bakar pertamax turbo, dan sedangkan pada bahan bakar premium memiliki efisiensi termis terendah adalah 72%. Dari grafik dapat disimpulkan karena adanya peningkatan pada nilai kalor (LHV) mempengaruhi pembakaran ruang bakar lebih baik sehingga efisiensi thermis meningkat.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil eksperimen, analisa perhitungan dan pembahasan yang telah diuraikan pada bab-bab sebelumnya, maka dapat diambil suatu kesimpulan mengenai pengaruh variasi bahan bakar terhadap unjuk kerja mesin motoyama-SPE460GP 22HP dengan pembebanan *hydrobrake*, diantaranya :

1. Pada bahan bakar pertamax turbo dengan pembebanan yang lebih besar yaitu 227 Nm nilai torsiya lebih besar yaitu 29,51 Nm, karena adanya pembakaran yang lebih sempurna sehingga mempengaruhi pembakaran, pembakaran yang baik mendorong torak lebih cepat dari TMA ke TMB kemudian menghasilkan tekanan yang tinggi. Sehingga torsi yang dihasilkan jauh lebih tinggi.
2. Peningkatan pada torsi dari bahan bakar pertamax turbo mempengaruhi daya lebih jauh lebih tinggi yaitu 61,77 kW.
3. Dengan bahan bakar pertamax turbo dan pembebanan yang lebih besar mengakibatkan pemakaian bahan bakar lebih irit, karena adanya pembakaran yang lebih sempurna dan ruang bakar lebih bersih sehingga mempengaruhi pemakaian bahan bakar, sehingga membuat terjadinya pembakaran di ruang bakar stabil atau sempurna sehingga pemakaian bahan bakar spesifik akan semakin kecil (lebih irit).

4. Pada variasi bahan bakar premium, pertalite dan pertamax turbo dengan pembebanan *hydrobrake* yang besar terjadi pada bahan bakar pertamax turbo yang akan mempengaruhi pembakaran pada ruang bakar menjadi lebih baik sehingga efisiensi thermis meningkat yaitu sebesar 92 %.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diambil ketika pembuatan tugas akhir ini adalah :

1. Pada peneliti selanjutnya sebaiknya menggunakan emisi gas buang dengan penambahan bahan bakar yang berbeda.
2. Pada percobaan pengambilan data ini sebaiknya mesin dilakukan dengan menggunakan beban dan melakukan perbandingan dengan engine tanpa beban.
3. Perlu melakukan pengujian terhadap pembebanan *hydrobrake* yang berbeda dengan bahan bakar premium, pertalite, dan pertamax turbo.



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Darwansyah, 2015. *Pengaruh Pembebanan dan Putaran Mesin Terhadap Torsi dan Daya yang di Hasilkan Mesin Matri MGX200/SL* [Skripsi]. Prodi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Pontianak. Pontianak.
- [2] Julianto Setyawan, 2000. *Peningkatan Unjuk Kerja Motor Bensin Empat Langkah dengan Penggunaan Busi Splitfire SF392D dan Kabel Busi Hurricane* [Skripsi]. Prodi Teknik Mesin. Fakultas Teknik Universitas Kristen Petra. Surabaya.
- [3] Rosid, 2016. *Analisa Proses Pembakaran Pada Motor Bensin 113.5 cc Dengan Simulasi Ansys*. Teknologi Prodi Teknik Mesin. Universitas Singaperbangsa. Karawang.
- [4] Yeliana, 2004. *Analisis Sistem Pendinginan Pada Mesin Isuzu Panther* [Skripsi]. Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- [5] Sharma, S.P. *Fuel & Combustion*. McGraw Hill Book Co. New York, 1978.
- [6] Rio Arinedo Sembiring, 2012. *Uji Performansi Mesin Otto Satu Silinder dengan Bahan Bakar Premium dan Pertamina Plus* [Skripsi]. Prodi Teknik Mesin. Fakultas Teknik Universitas Sumatra Utara. Medan
- [7] Rosehan Yahuza, 2014. *Pengujian Motor Bakar Bensin*. Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau. Pekanbaru.
- [8] Ryan Hermawan P, 2017. *Analisa Penggunaan Bahan Bakar Pertamina Dex, Dexlite, Dan Campuran Pertamina Dex Dengan Dexlite Terhadap Performance Mesin Diesel 4 Silinder* [Skripsi]. Prodi Teknik Mesin. Fakultas Teknik Universitas Islam Riau. Pekanbaru