

**PENGARUH KECEPATAN UDARA YANG MELEWATI
BLOK SILINDER TERHADAP UNJUK KERJA MESIN
BENSIN MOTOYAMA SPE460GP**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk

Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin

Pada Fakultas Teknik

Universitas Islam Riau



OLEH

JULIRFAN

143310440

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ISLAM RIAU

PEKANBARU

2020

HALAMAN PENGESAHAN

Pengaruh Kecepatan Udara Yang Melewati Blok Silinder Terhadap Unjuk Kerja Mesin Bensin Motoyama SPE460GP

TUGAS AKHIR

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Guna Meraih Gelar Sarjana Teknik Pada
Program Studi Teknik Mesin Universitas Islam Riau*

Disusun Oleh :

JULIRFAN

14 331 0440

Disetujui Oleh :

PEMBIMBING I

EDDY ELFIANO,ST.,M.Eng

Disahkan Oleh :

DEKAN FAKULTAS TEKNIK

**KETUA PROGRAM STUDI
TEKNIK MESIN**

Dr.Eng. MUSLIM, ST.,MT

DODY YULIANTO,ST.,MT

**PENGARUH KECEPATAN UDARA YANG MELEWATI BLOK
SILINDER TERHADAP UNJUK KERJA MESIN BENSIN MOTOYAMA
SPE460GP**

Julirfan, 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 : zulirfanwy96@gmail.com

ABSTRAK

Sistem pendingin pada mesin sangat berperan penting untuk mendinginkan temperatur mesin yang panas akibat dari proses pembakaran yang berlangsung didalam silinder. Panas pembakaran akan menyebabkan terjadinya kenaikan temperatur pada bagian-bagian mesin, seperti dinding silinder, kepala silinder, katup dan torak, sehingga akan mengakibatkan gangguan kerja mesin serta torak dan dinding silinder menjadi haus dengan cepat. Sistem pendingin udara atau sirip biasanya digunakan pada mesin yang berkapasitas kecil dan mesin yang keadaanya diam atau stasioner. Pada penelitian ini mesin yang digunakan keadaanya diam, sehingga membutuhkan udara bantuan sebagai media pendinginan pada mesin. Tujuan penelitian untuk mengetahui seberapa besar pengaruh kecepatan udara yang bersirkulasi pada blok silinder menggunakan bahan bakar pertamax turbo Ron 98, dengan variasi kecepatan udara blower 10 m/s, 15 m/s, 20 m/s dan 25 m/s. Data yang dihasilkan dari pengujian menggunakan bahan bakar pertamax turbo dengan variasi kecepatan udara berpengaruh terhadap unjuk kerja mesin bensin. Hasil yang didapat dari pengujian semakin tinggi kecepatan udara yang melewati blok silinder, unjuk kerja mesin semakin meningkat dan pemakaian bahan bakar lebih lebih hemat atau irit.

Kata kunci : Kecepatan Udara, Unjuk Kerja, Sistem Pendingin

***THE EFFECT OF AIR SPEED THAT OVERCOMES THE CYLINDER
BLOCK ON THE PERFORMANCE OF THE MOTOYAMA GASOLINE
SPE460GP***

Julirfan, 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: zulirfanwy96@gmail.com

ABSTRACT

The cooling system in the engine is very important to cool the engine's hot temperature due to the combustion process that takes place in the cylinder. Combustion heat will cause an increase in temperature in engine parts, such as cylinder walls, cylinder heads, valves and pistons, so that it will cause disruption to the engine and piston and cylinder walls become thirsty quickly. Air conditioning systems or fins are usually used on small capacity machines and engines with stationary or stationary conditions. In this study, the engine used is stationary, so it needs assistance air as a cooling medium in the engine. The purpose of this study was to determine how much influence the velocity of air that circulates on the cylinder block using the Pertamina turbo Ron 98 fuel, with variations in the blower air velocity of 10 m / s, 15 m / s, 20 m / s and 25 m / s. Data generated from testing using turbo Pertamina fuel with variations in air speed affect the performance of gasoline engines. The results obtained from testing the higher the air velocity that passes through the slinder block, the engine performance is increasing and the use of fuel is more efficient or economical.

Keywords: Air Speed, Performance, Cooling System

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum, Wr. Wb.

Alhamdulillah, Puji syukur kehadiran Allah SWT. Atas segala limpahan rahmat, nikmat dan karunia-Nya yang telah diberikan, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan **judul “Pengaruh kecepatan udara yang melewati block silinder terhadap unjuk kerja mesin bensin motoyama SPE460GP”** dengan lancar tanpa adanya kendala yang berarti. Adapun tujuan penulisan Tugas Akhir ini adalah untuk memenuhi persyaratan mendapatkan gelar Strata Satu (S1) Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau. Selain itu penulisan Tugas Akhir ini juga bertujuan agar mahasiswa bisa berfikir secara logis dan ilmiah serta bisa menuangkan pemikirannya secara sistematis dan terstruktur.

Penulis menyadari bahwa selesainya penulisa Tugas Akhir ini tidak terlepas dari dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin berterimakasih kepada semua pihak yang telah berpartisipasi dalam penelitian dan penulisan Tugas Akhir ini, khususnya kepada :

1. Kedua orang tua tercinta ayahanda Saniman dan ibunda Misniar, yang telah banyak memberikan do'a yang terbaik untuk anaknya, motivasi untuk terus semangat dan dukungannya baik moral maupun material.

2. Bapak Dr. Eng. Muslim, ST., MT. Selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau.
3. Bapak Dody Yulianto, ST, MT. Selaku ketua Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau.
4. Bapak Dedikarni, ST.,MSc Selaku sekretaris Program studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau.
5. Bapak Eddy Elfiano, ST, M.Eng. Selaku Dosen Pembimbing I dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
6. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen yang telah memberikan ilmu Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau.
7. Seluruh rekan – rekan mahasiswa Teknik Mesin khususnya angkatan 2014 yang selalu membantu dan memberikan semangat kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa dalam Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan. Adanya saran dan kritik yang membangun untuk kedepannya bagi penulis sangat diharapkan. Semoga bermanfaat.

Terimakasih

Wassalamu'alaikum, Wr. Wb

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	
DAFTAR ASISTENSI	
ABSTRAK	
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GRAFIK.....	vii
DAFTAR NOTASI.....	viii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan masalah	3
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pengertian Umum Motor Bensin	6
2.2 Sistem Pendingin.....	7

2.3 Fungsi Sistem Pendingin	8
2.4 Klasifikasi Sistem Pendingin	10
2.4.1 Sistem Pendingin Udara	10
2.4.2 Sistem Pendingin Radiator	15
2.4.3 Sistem Pendingin Oli.....	16
2.5 Perpindahan Panas Diruang Bakar	17
2.6 Perpindahan Panas Pada Sirip	18
2.7 Unjuk Kerja Motor Bensin	19
2.7.1 Torsi Mesin	19
2.7.2 Daya	20
2.7.3 Pemakaian Bahan Bakar.....	20
2.7.4 Efisiensi Volumetri	21
2.7.5 Efisiensi Thermal	22

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu Dan Tempat	23
3.2 Diagram Alir Penelitian	24
3.3 Bahan dan Alat Pengujian	25
3.4 Prosedur Pengujian.....	33
3.5 Pengolahan Data.....	35
3.6 Jadwal Penelitian.....	36

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Pengujian	37
4.2 Hasil Perhitungan	38
4.2.1 Perhitungan Torsi Mesin	38
4.2.2 Perhitungan Daya	41
4.2.3 Perhitungan Pemakaian Bahan Bakar	44
4.2.4 Perhitungan Efisiensi Volumetri	49
4.2.5 Perhitungan Efisiensi Thermal	52

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan.....	64
5.2 Saran.....	64

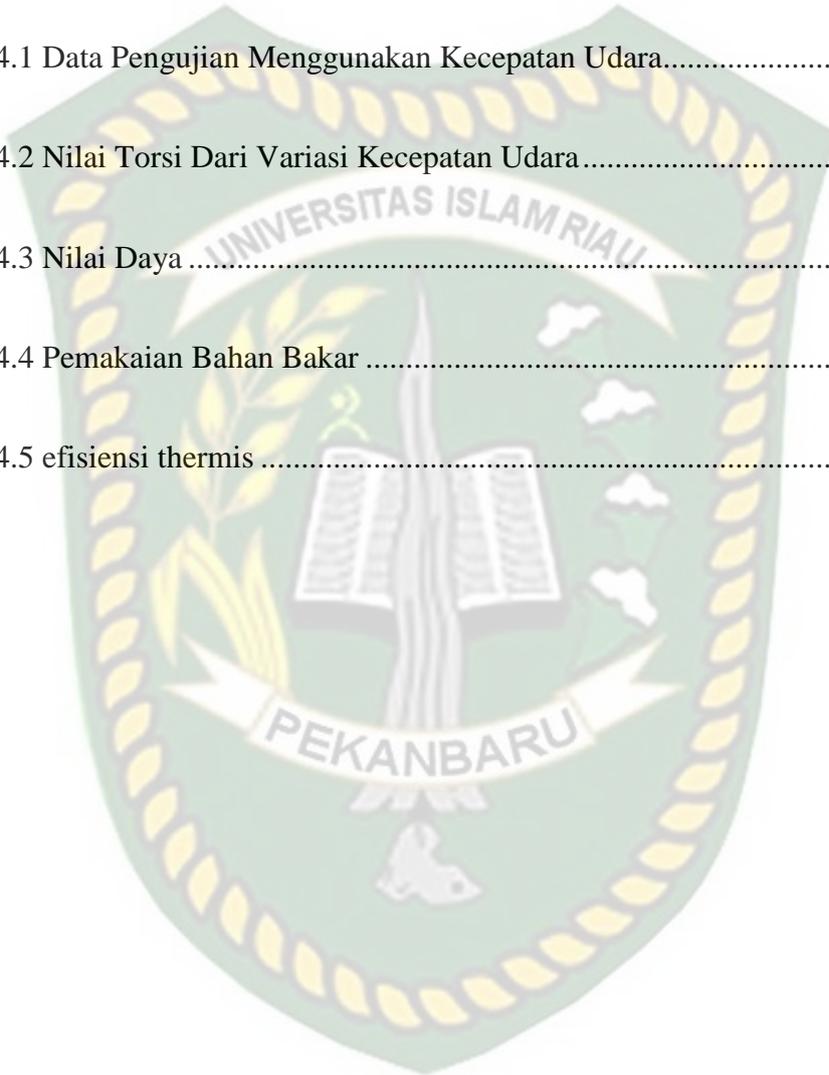
DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem pendingin udara	12
Gambar 2.2 Mesin sistem pendingin sirip	14
Gambar 2.3 Sistem pendingin radiator	16
Gambar 2.4 Sistem pendingin oli.....	17
Gambar 2.5 Perpindahan panas melalui perluasan permukaan.....	18
Gambar 3.1 Laboratorium Teknik Mesin FT UIR	23
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian	24
Gambar 3.3 Pertamina Turbo	25
Gambar 3.4 <i>Stopwatch</i>	26
Gambar 3.5 <i>Thermometer</i>	26
Gambar 3.6 <i>Tachometer</i>	27
Gambar 3.7 <i>Anemometer</i>	28
Gambar 3.8 <i>Blower</i>	29
Gambar 3.9 <i>Dimmer</i>	30
Gambar 3.10 Gelas ukur	30
Gambar 3.11 Panel kontrol	31
Gambar 3.12 Mesin Bensin Motoyama SPE460GP	32
Gambar 3.12 Forcemeter.....	33

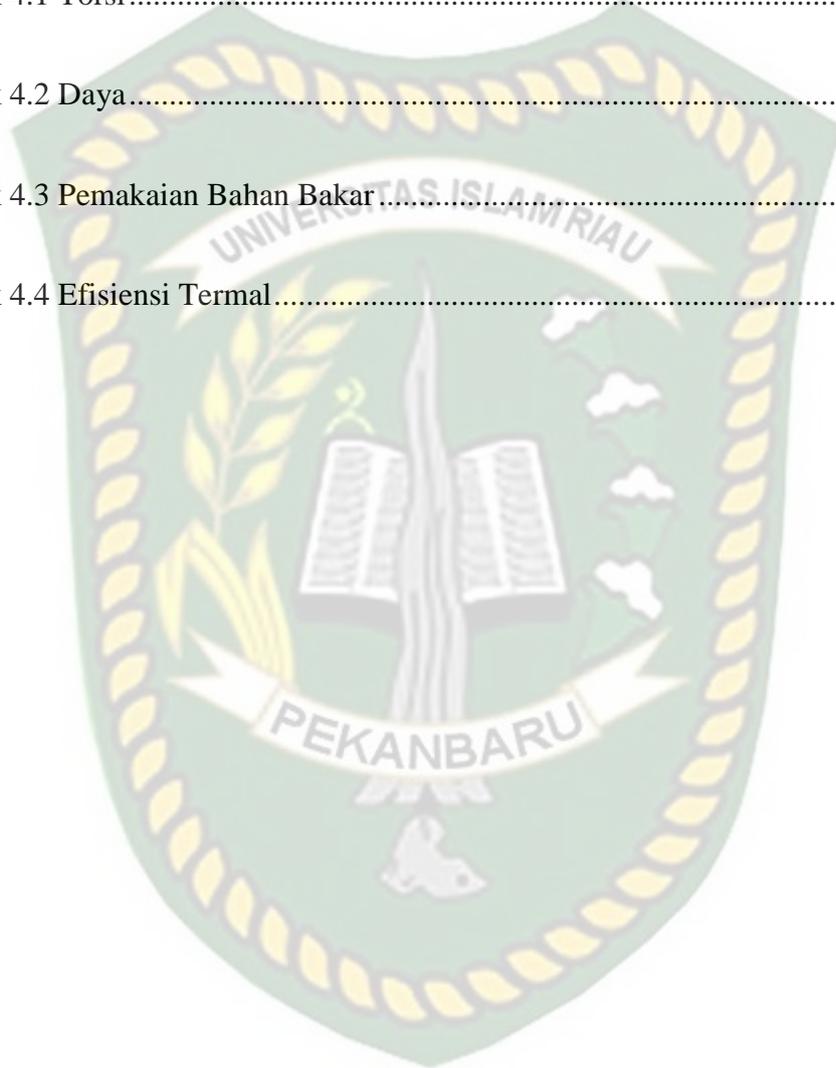
DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian	36
Tabel 4.1 Data Pengujian Menggunakan Kecepatan Udara.....	37
Tabel 4.2 Nilai Torsi Dari Variasi Kecepatan Udara.....	40
Tabel 4.3 Nilai Daya	43
Tabel 4.4 Pemakaian Bahan Bakar	48
Tabel 4.5 efisiensi thermis	



DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Torsi.....	40
Grafik 4.2 Daya.....	43
Grafik 4.3 Pemakaian Bahan Bakar.....	48
Grafik 4.4 Efisiensi Termal.....	55



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)
Ne	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)
η_v	Efisiensi volumetri	$(\%)$
η_{th}	Efisiensi termal	$(\%)$
sp_{grbb}	Spesifik gravitasi bahan bakar, gasoline	—



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Motor bensin adalah jenis motor pembakaran dalam atau sering disebut (*Internal Combustion Engine*), yang banyak digunakan sebagai kebutuhan sehari-hari dalam bekerja dan sebagai sarana transportasi. Motor bensin menghasilkan tenaga dari proses pencampuran bahan bakar dan udara saat proses pembakaran didalam ruang bakar atau silinder. Dari proses pembakaran didalam ruang bakar menyebabkan panasnya bagian-bagian mesin akibat gesekan komponen-komponen mesin saat terjadinya proses pembakaran. Temperatur panas yang berlebihan pada mesin dapat menyebabkan *Overheat* pada mesin. Sehingga dibutuhkan sistem pendinginan pada mesin agar dapat menjaga temperatur mesin saat mesin dioperasikan.

Sistem pendingin sangat dibutuhkan pada mesin untuk menjaga kestabilan temperatur pada saat mesin beroperasi. Sirip merupakan piranti yang berfungsi sebagai sistem pendingin pada suatu mesin. Prinsip penggunaan sirip ini adalah memperluas permukaan bidang untuk melepas kalor. Adanya banyak celah-celah pada mesin akan membuat semakin luasnya permukaan yang melepas kalor ke udara/ *fluida* pendingin dan kalor pendingin yang dihasilkan oleh kerja mesin akan semakin cepat terbuang kelingkuangan sehingga mesin menjadi cepat dingin. Penelitian mengenai sirip hingga saat ini belum banyak dilakukan dikarenakan

sarana untuk menghitung *distribusi* suhu sirip secara akurat dan dalam waktu yang singkat masih terbatas (Andrew William Mayor, 2016).

Terkait masalah masalah pendinginan pada sirip, Anis dan Budiyono (2006) telah melakukan penelitian awal yang melibatkan variasi bentuk sirip pada sistem pendingin mesin kendaraan bermotor. Dalam penelitian ini mesin yang akan digunakan mesin Motoyama SPE460GP yang keadaannya diam/ *stasioner*. Mesin yang dalam keadaannya diam maka sulit untuk mendapatkan udara yang dapat membantu proses pendinginan pada sirip saat mesin dioperasikan. Untuk membantu proses pendinginan pada blok silinder dalam penelitian ini dengan menambahkan *Blower* sebagai alat bantu proses pendinginan saat mesin beroperasi. Sehingga kestabilan temperatur pada mesin tetap pada temperatur normal, dan mencegah terjadinya panas yang berlebihan/ *Overheat*.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka penulis menganggap penting untuk mengadakan penelitian dengan judul “ Pengaruh Kecepatan Udara Yang Melewati Blok Silinder Terhadap Unjuk Kerja Mesin Bensin Motoyama SPE460GP ”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dijelaskan sebelumnya, rumusan masalah yang dibahas pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Seberapa besar unjuk kerja yang dihasilkan dari motor bensin empat langkah satu silinder menggunakan udara tambahan *Blower* dengan kecepatan 10 m/s , 15 m/s , 20 m/s , dan 25 m/s ?
2. Bagaimana pengaruh kecepatan udara pada blok silinder terhadap unjuk kerja motor bensin empat langkah satu silinder menggunakan *Blower*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang dibahas, maka tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mendapatkan seberapa besar unjuk kerja yang dihasilkan dari motor bensin empat langkah satu silinder menggunakan udara tambahan *blower* dengan kecepatan 10 m/s , 15 m/s , 20 m/s , dan 25 m/s .
2. Untuk mendapatkan pengaruh kecepatan udara pada blok silinder terhadap unjuk kerja motor bensin empat langkah satu silinder menggunakan *blower*.

1.4 Batasan Masalah

Pada penelitian ini diberikan batasan masalah agar mendapatkan hasil yang baik serta searah. Adapun batasan masalahnya sebagai berikut :

1. Pengujian dilakukan pada kecepatan *blower* 10 m/s , 15 m/s , 20 m/s , dan 25 m/s setelah diukur kecepatannya dengan *Anemometer*.
2. Pengujian dilakukan pada motor bensin dengan tipe Motoyama SPE460GP.

3. Analisa yang dilakukan yaitu pengaruh kecepatan udara pada blok silinder terhadap unjuk kerja motor bensin empat langkah satu silinder menggunakan *blower*.
4. Bahan bakar yang digunakan pertamax turbo Ron 98.
5. Pengujian ini dilakukan pada putaran mesin 2000 Rpm.

1.5 Sistematika Penulisan

Adapun gambaran tentang isi dari tugas akhir ini dikemukakan pada sistematika penulisan berikut ini :

Bab I Pendahuluan

Bab ini berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan dari tugas akhir.

Bab II Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi tentang pendekatan teoritis yang bersumber dari tinjauan pustaka yaitu baik berupa jurnal, buku, media massa, dan sistus web yang berkaitan dengan sistem pendingin udara/ sirip, unjuk kerja motor bensin, serta rumus-rumus yang digunakan.

Bab III Metodologi Penelitian

Bab ini menjelaskan tentang informasi mengenai tempat, 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 pengaruh kecepatan udara yang melewati blok silinder terhadap unjuk kerja motor bensin.

Bab V Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Umum Motor Bensin

Motor bakar merupakan salah satu jenis mesin penggerak yang banyak dipakai dengan dimanfaatkan energi kalor dari proses pembakaran menjadi energi mekanik. Mesin yang bekerja dengan cara seperti ini disebut motor pembakaran dalam (*Internal Combustion Engine*). Adapun mesin kalor yang cara memperoleh energy dengan proses pembakaran di luar disebut motor pembakaran luar (*Exsternal Combustion Engine*).

Motor pembakaran dalam adalah mesin yang dimanfaatkan fluida kerja/gas panas hasil pembakaran, di mana antara medium yang memanfaatkan fluida kerja dengan fluida kerjanya dipisahkan dengan dinding pemisah. Mesin-mesin konversi energy yang dapat diklasifikasikan ke dalam mesin jenis ini di antaranya adalah motor bensin, motor diesel dan turbin gas siklus terbuka.

Motor bensin (*Spark Ignition Engine*) atau motor Otto merupakan mesin pengonversi energy tak langsung, yaitu energi bahan bakar menjadi energy panas dan kemudian baru menjadi energi mekanis. Sistem siklus kerja motor bensin dibedakan atas motor dua langkah (*two stroke*) dan empat langkah (*four stroke*) (Ferdywanto ddk, 2012).

2.2 Sistem Pendingin (*Cooling System*)

Pendinginan mesin digunakan untuk mendinginkan temperatur mesin yang panas akibat dari pembakaran yang berlangsung didalam silinder. Panas pembakaran akan menyebabkan terjadinya kenaikan temperatur pada bagian-bagian mesin, seperti dinding selinder, kepala silinder, katup dan torak. Pembakaran campuran bahan bakar dan udara ini dapat mencapai temperatur $\pm 2500^{\circ}$ C. Dengan temperatur yang tinggi akan terjadi kerusakan dinding ruang bakar, katup-katup, puncak torak dan kemacetan cincin torak. Selain panas tinggi minyak pelumas yang membatasi dinding silinder akan menguap dan terbakar bersama bahan bakar, sehingga akan mengakibatkan gangguan kerja mesin serta torak dan dinding silinder menjadi haus dengan cepat. Oleh karena itu sistem pendingin sangat dibutuhkan untuk menjaga temperatur kerja pada batasan yang di izinkan yaitu sesuai dengan kekuatan material dan kondisi operasi yang baik. Selain itu juga untuk mencegah terjadinya perubahan sifat-sifat serta bentuk komponen (Maschudi ddk, 2016).

Dalam mesin-mesin pembakaran dalam, proses pembakaran bahan bakar (*fuel*) didalam silinder akan menimbulkan suhu 1200° C hingga 1400° C. Jika bagian-bagian mesin yang berhubungan langsung dengan gas panas tidak didinginkan maka akan berakibat:

1. Pada suhu yang tinggi bagian-bagian tersebut akan menjadi lemah, dan tidak dapat menahan beban-beban yang tinggi.

2. Minyak pelumas akan terbakar sehingga silinder dan piston akan menjadi kotor dan tidak terlumas. Karena alur-alur ring piston juga kotor dan ring piston akan macet sehingga akan merusakkan silinder dan piston.
3. Dengan timbulnya suhu yang tinggi tersebut maka dapat terjadi denotasi. (pembakaran terlalu cepat = sebelum timbul bunga api dari busi telah terjadi pembakaran karena panasnya silinder dan piston).

Oleh karena itu mesin perlu didinginkan, yaitu bagian silinder, kepala silinder dan juga piston. Pendingin bertujuan menjaga agar suhu mesin dalam batas-batas normal yaitu sekitar 80°C hingga 90°C . Tetapi jika ditinjau dari prinsip energi yang di perlukan ini berasal dari panas pembakaran, berarti pendinginan ini merupakan suatu pembuangan energi, berarti kerugian. Oleh karena itu pendinginan harus dilakukan sebatas suhu normal pada bagian-bagian yang berhubungan dengan gas panas pembakaran, jadi jangan sampai terlalu dingin. Sudah cukup jika temperatur panas tidak merusak bagian mesin tersebut, seperti silinder, *cylinder head*, piston, piston pin, katup dan bagian mesin lainnya (Sudarminto, 2010).

2.3 Fungsi Sistem Pendingin

Pembakaran campuran bahan bakar dan udara di dalam silinder menghasilkan panas yang tinggi. Pada motor bakar hasil pembakaran menjadi tenaga mekanis hanya sekitar 23% sampai dengan 28%. Sebagian panas keluar bersama gas bekas dan sebagian lain menghilang melalui pindinginan. Meskipun pendinginan merupakan suatu kerugian jika ditinjau dari segi pemanfaatan energi, tetapi mesin harus didinginkan untuk menjamin kerja secara optimal. Selain itu

pendinginan juga mutlak diperlukan guna menjaga kestabilan temperatur kerja motor. Jadi disini perlunya pendinginan pada motor adalah :

1. Untuk mengurangi panas yang diserap oleh bagian-bagian motor sehingga tidak terjadi kerusakan pada komponen-komponen motor.
2. Untuk memperoleh temperatur kerja motor yang tetap ($\pm 90^{\circ}\text{C}$).

Secara garis besarnya jenis pendinginan pada motor jika ditinjau dari asal pendinginnya dibedakan dua yaitu :

A. Jenis pendinginan dalam

Adalah pendingin yang terjadi di dalam ruang bakar dan dilakukan oleh penguapan bahan bakar baru yang masuk kedalam silinder karena proses penghisapan oleh piston.

B. Pendinginan luar

Adalah pendinginan yang berasal terjadi dari luar motor, baik oleh aliran udara maupun hantaran dari air pendingin. Adapun pendinginan luar ini menggunakan hantaran udara dan air sebagai penyerap dan pemindah panas motor menuju udara luar (Dr. Sumarno, 2018).

2.4 Klasifikasi Sistem Pendingin

Sistem pendingin yang biasa digunakan ada tiga macam, antara lain :

2.4.1 Sistem Pendingin Udara (*Air Cooling System*)

Mesin dengan pendingin udara adalah mesin secara langsung didinginkan oleh udara. Sistem pendinginan udara dilaksanakan dengan mengalirkan udara pendinginan melalui permukaan dinding silinder. Untuk memperoleh *efektifitas* pendinginan, permukaan dinding luar silinder harus dibuat seluas-luasnya dan jika perlu mengalirkan udara pendingin dibantu menggunakan *blower*. Untuk memenuhi persyaratan tersebut dinding luar silinder dan kepala silinder dilengkapi dengan sirip-sirip pendingin. Mesin pendingin udara banyak digunakan untuk motor yang berdaya kecil. Mesin dengan silinder banyak kurang cocok menggunakan pendingin udara karena sirip-sirip pendingin yang disediakan banyak membutuhkan tempat dan *efektifitas* pendinginan silinder kurang baik.

Mesin dengan pendingin udara menguntungkan di tinjau dari konstruksi yang sederhana dan *relative* tanpa perawatan, tetapi tidak menguntungkan di tinjau dari segi bunyi yang ditimbulkan. Bunyi berisik yang ditimbulkan itu disebabkan deformasi silinder yang terjadi akibat tekanan pembakaran yang menyebabkan terjadinya deformasi pada sirip-sirip pendingin. Sirip-sirip pendingin yang permukaannya luas itu memaksa udara bergetar. Dengan demikian akan terdengar bunyi yang keras akibat getaran karena perubahan-perubahan cepat dari tekanan gas pembakaran atau pukulan torak. Untuk mengatasi kebisingan bunyi tersebut, di beberapa tempat dipasangkan potongan-

potongan karet tahan panas di antara sirip-sirip pendingin sebagai peredam pengaliran udara pendingin yang masuk keruang sirip-sirip pendingin sebagai peredam. Pengaliran udara pendinginan yang masuk keruang sirip-sirip pendingin (Koni ddk, 2012).

Dalam sistem pendinginan udara, sekeliling dan kepala silinder diberi sirip-sirip pendingin guna memperluas permukaan yang bersinggungan dengan udara pendingin yang dialirkan sekelilingnya. Panas yang timbul dari hasil pembakaran akan diambil oleh udara pendingin yang mengalir melalui sirip-sirip tersebut. Agar pemindahan panas dari sirip ke udara pendingin berlangsung dengan baik maka sirip-sirip harus dalam keadaan bersih dan tidak dilapisi kotoran yang akan mengurangi efek pendinginan. Perawatan sirip-sirip pendingin cukup dengan selalu menjaga kebersihannya dan menjaga tetap utuh. Biasanya terdapat juga karet pada celah-celah sirip pendingin. Karet tersebut berfungsi untuk meredam getaran mesin akibat sirip-sirip pendingin tersebut. Sistem pendingin udara ada dua macam yaitu :

a) Sistem pendingin udara alamiah

Sistem pendinginan udara alamiah adalah merupakan sistem pendinginan dengan menggunakan aliran udara yang berhembus melewati mesin sewaktu sepeda motor berjalan dengan laju, dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Sistem Pendingin Udara Alami

Kelebihan dari sistem pendinginan alamiah adalah:

- Motor ringan
- Harganya murah
- Perawatan sederhana

Kekurangannya sistem pendingin alamiah adalah:

- Proses pendinginannya kurang merata
- Suara motor keras, karena getaran dari sirip-sirip pendingin motor, untuk itulah dipakai karet peredam pada sirip, agar getarannya tidak keras.
- Temperatur kerja dari motor cenderung tinggi, sekitar 100 -130° C.

b) Sistem pendinginan udara dengan ventilasi atau paksa

Sistem pendingin udara ventilasi atau paksa adalah sistem pendinginan menggunakan suatu alat semacam kipas angin, putaran kipas akan menekan angin, sehingga angin bersirkulasi melalui sirip-sirip. Sistem ini tetap biasa digunakan walau sepeda motor dalam keadaan berhenti.

Cara kerja sistem pendinginan paksa adalah, pada saat motor hidup maka kipas yang digerakkan oleh poros engkol berputar dan menghisap selanjutnya menekan udara menuju sudu-sudu penghantar menuju sirip-sirip kepala silinder dan blok silinder. Untuk sistem pendinginan udara paksa ini memiliki keuntungan dibanding sistem pendingin udara alamiah.

Keuntungannya adalah:

- Pendinginan lebih merata dibanding pendinginan udara alamiah
- Baik untuk motor stasioner, karena sederhana tanpa perawatan.

Sistem pendingin udara paksa ini, biasanya dipakai pada sepeda motor atau mobil yang mesinnya tertutup atau tidak langsung bersinggungan dengan udara luar langsung mengingat konstruksi sistem pendinginan memungkinkan dan dirancang khusus untuk pendinginan udara yang letak mesinnya tertutup (Dr. Sumarno, 2018).

Menurut Amin Suhadi cara kerja sistem pendingin udara, panas yang ditimbulkan oleh mesin akan disalurkan dan dipindahkan kedinding-dinding silinder, kemudian disalurkan kesirip-sirip pada blok silinder dan selanjutnya didinginkan oleh panas udara luar melalui proses pemindahan panas. Penggunaan sistem pendingin udara ini banyak diaplikasikan pada sepeda motor dengan kapasitas kecil (Amin, 2017).

Dibawah ini gambar mesin stasioner yang akan dilakukan penelitian dengan menggunakan sistem pendingin udara atau sirip, dan ditambahkan *blower* sebagai udara bantuan untuk proses pendinginan pada mesin, dapat dilihat pada gambar 2.2.

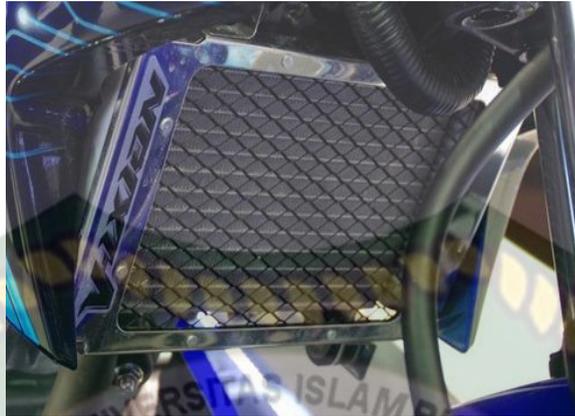


Gambar 2.2 Mesin Bensin

2.4.2 Sistem Pendingin Radiator (*Water Coolant*)

Radiator merupakan alat penukar panas yang digunakan untuk memindahkan energi panas dari satu medium ke medium lainnya dengan tujuan mendinginkan maupun memanaskan. Radiator pada umumnya digunakan pada kendaraan bermotor. Namun tidak jarang radiator juga digunakan pada mesin yang memerlukan pendinginan ekstra seperti pada mesin produksi atau mesin yang bekerja dalam kondisi berat dan lama. Pada kendaraan baik motor atau mobil, radiator pada umumnya terletak di depan dan berada di dekat mesin atau pada posisi manapun yang menguntungkan bagi sistem pendinginan. Hal ini bertujuan agar mesin mendapatkan pendinginan yang maksimal sesuai yang dibutuhkan mesin.

Fungsi radiator pada sepeda motor adalah sebagai komponen pendingin agar performa motor tinggi sekaligus efisien. Oleh karena itu radiator motor sering disebut dengan *cooling system*. Panas yang dihasilkan oleh mesin diserap oleh cairan atau radiator *coolant* yang bersirkulasi pada *water jaket* disilinder. Lalu cairan panas tersebut didorong/ disedot menuju radiator. Dikomponen yang terbuat dari banyak pipa kecil ini, cairan akan tersebar. Karena banyak sirip yang dilalui angin, maka suhu otomatis turun. Kemudian cairan yang sudah didinginkan akan berputar kembali kedalam mesin (M. Adib, 2018). Sistem pendingin radiator pada sepeda motor, dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Sistem Pendingin Radiator

2.4.3 Sistem Pendingin Oli (*Oli Cooling System*)

Sistem pendingin oli secara mendasar berfungsi mendinginkan oli pelumas mesin agar suhunya tetap terjaga sehingga kekentalannya tetap dapat melumasi mesin sebagaimana mestinya. Karena oli berfungsi melumasi area gesek dari komponen mesin, seperti poros engkol, piston dan silinder, maka oli juga berpotensi menjadi panas. Oli yang panas, viskositasnya akan berubah menjadi lebih encer sehingga kemampuannya melumasi mesin menjadi kurang maksimal. Untuk itu, oli pada mesin perlu didinginkan dengan sistem pendingin oli yang secara konstruksi hampir mirip dengan sistem pendingin air. Untuk sistem pendingin oli biasanya digunakan pada sepeda motor yang memiliki kapasitas rendah. Dapat dilihat pada gambar sistem pendingin oli gambar 2.4.



Gambar 2.4 Sistem Pendingin Oli

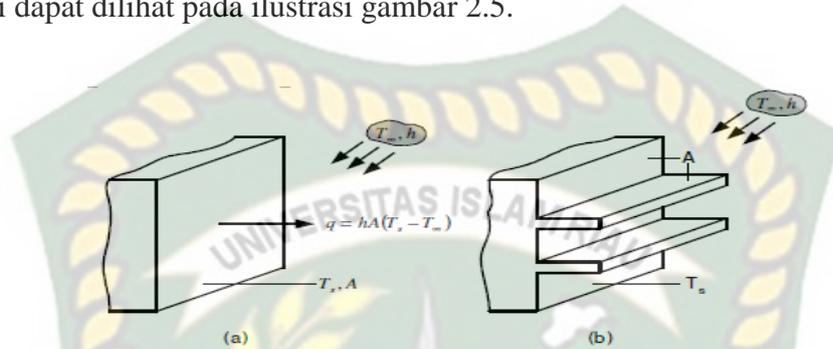
2.5 Perpindahan Panas Diruang Bakar

Campuran udara bahan bakar yang masuk ke ruang bakar pada saat langkah kerja mungkin bersuhu lebih tinggi atau lebih rendah dibanding suhu dinding silinder. Pada saat langkah konversi, suhu bahan bakar naik dan pembakaran di mulai, telah terjadi perpindahan panas secara konveksi dari bahan bakar ke dinding silinder. Beberapa panas hasil kompresi berkurang karena pendinginan melalui penguapan yang terjadi tetesan kecil (*droplet*) bahan bakar yang tersisa menguap.

Pada saat puncak pembakaran, temperatur bahan bakar dan dinding silinder dapat mencapai 300 K dan perpindahan panas yang efektif diperlukan untuk menjaga dinding silinder mengalami kelebihan panas (*overheating*). Konveksi dan konduksi adalah jenis perpindahan panas yang memindahkan energi dari ruang pembakaran dan menjaga dinding silinder agar tidak meleleh (Mustafa, 2010).

2.6 Perpindahan Panas Pada Sirip

Perpindahan panas pada sirip berawal dari konsep perluasan permukaan. Hal ini dapat dilihat pada ilustrasi gambar 2.5.



Gambar 2.5 Perpindahan panas melalui perluasan permukaan

(Sumber : Incropera, 1996)

Ditinjau satu permukaan datar seperti pada gambar (a). Jika T_s tetap maka ada dua cara untuk meningkatkan perpindahan panasnya. Koefisien konveksi h dapat dinaikan dengan menaikkan kecepatan fluidanya, atau temperature fluida T_∞ dikurangi. Tetapi hal ini sangat tidak efisien di tinjau dari segi biaya yang diperlukan terhadap peningkatan perpindahan panasnya. Biaya-biaya ini termasuk pada tenaga *blower* atau pompa untuk menaikkan kecepatan fluida. Sedangkan menurunkan temperatur fluida merupakan solusi yang tidak praktis.

Pada gambar (b) dapat dilihat bahwa perpindahan panas ditingkatkan dengan jalan menambah luas permukaan. Hal ini dilakukan dengan mengaplikasikan bentuk sirip (*fin*) yang merupakan perpanjangan dinding permukaan terhadap fluida disekitarnya. Bentuk-bentuk sirip ini bermacam-

macam yaitu bentuk persegi panjang, bentuk lancip, bentuk tabung, bentuk cincing maupun bentuk kerucut.

Konduktivitas panas bahan sirip memiliki pengaruh yang sangat besar terhadap distribusi temperatur sepanjang sirip sehingga akan berpengaruh pada laju perpindahan panasnya. Idealnya bahan sirip harus memiliki konduktivitas panas yang relatif tinggi untuk meminimalkan variasi temperatur dari dasar sirip sampai ke ujungnya. Pada batas nilai konduktivitas ini maka temperatur dasar sirip kurang lebih sama dengan permukaan panasnya (Pulkrabek, 1996).

2.7 Unjuk Kerja Motor Bensin

Prestasi motor menunjukkan kinerja suatu motor, dalam analisa motor bakar bensin ada beberapa parameter prestasi yang harus dihitung, diantaranya daya poros *efektif* (N_e), torsi (T), pemakaian bahan bakar *spesifik* (SFC), *efisiensi volumetrik* (η_v) dan *efisiensi termal* (η_{th}), antara lain :

2.7.1 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.

$$T = F.L, (Nm)$$

Dimana :

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

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

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

2.7.2 Daya

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 bakar *break horse power* (BHP) merupakan besaran untuk mengindikasikan *horse power* aktual yang dihasilkan oleh mesin. Bhp biasanya diukur dengan peralatan pengukur daya yang ditempatkan pada *driveshaft* mesin.

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

Dimana :

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

T = Torsi (Nm)

n = Putaran mesin (rpm)

2.7.3 Pemakaian Bahan Bakar Spesifik (SFC)

Pemakaian bahan bakar spesifik (*SFC*) merupakan konsumsi bahan bakar sebuah motor dihitung dari jumlah pemakaian bahan bakar tiap jam dibagi daya efektif mesin, dengan rumus sebagai berikut :

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

Dimana:

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

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

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

V_{bb} = Volume bahan bakar (mL)

ρ_{bb} = Massa jenis bahan bakar = 747 kg/m³

N_e = Daya efektif mesin (kW)

2.7.4 Efisiensi Volumetri

Efisiensi volumetri merupakan perbandingan antara jumlah udara sesungguhnya dibutuhkan dan jumlah udara ideal yang dibutuhkan, dengan rumus sebagai berikut :

$$\eta_v = m_a / m_{ai} \times 100\%$$

Dimana:

m_a = jumlah udara sesungguhnya dibutuhkan

$$m_a = Q \times 60 \times \rho_{ud}$$

ρ_{ud} = massa jenis udara (kg/m³)

Q = laju aliran udara (m³/s)

$$Q = C \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho_{ud}}} \frac{A_a}{\sqrt{\left(\frac{A_a}{A_b}\right)^2 - 1}}$$

ρ_{ud} = massa jenis udara = 1,2 (kg/m³)

D_a = diameter masuk orifice = 0,039 (m)

D_b = diameter orifice = 0,023 (m)

C = koefisien discharge, $C = 0,6$

Δp = penurunan tekanan (Pa)

$$\Delta p = P_{iv} - P_{ov}$$

P_{ov} = tekanan udara keluar venturi (N/m²)

P_{iv} = tekanan udara masuk venturi (N/m^2)

T_{ud} = temperatur udara ($^{\circ}C$)

$$A_a = \frac{\pi}{4} (D_a)^2$$

A_a = luas permukaan pipa masuk (m^2)

$$A_b = \frac{\pi}{4} (D_b)^2$$

A_b = luas permukaan pipa keluar (m^2)

m_{ai} = Jumlah udara ideal yang dibutuhkan

$$m_{ai} = V_1 \times 60 \times n \times a \times \rho_{ud} \text{ (kg/jam)}$$

ρ_{ud} = massa jenis udara = $1,2 \text{ (kg/m}^3\text{)}$

V_1 = volume langkah total (m^3)

2.7.5 Efisiensi Termal

Efisiensi termal adalah ukuran tanpa dimensi yang menunjukkan performa peralatan termal seperti mesin pembakaran dalam dan menjadi energy output yang diminta dapat berupa kerja, dengan rumus sebagai berikut :

$$\dot{\eta}_{th} = (N_e \times 632) / (m_f \times LHV) \times 100\%$$

Dimana :

LHV = panas pembakaran rendah dari bahan bakar.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Pengujian dilaksanakan di Laboratorium Teknik mesin Universitas Islam Riau (UIR) Pekanbaru, yang beralamat di Jl. Kharuddin Nasution No. 133 dan waktu pelaksanaan tanggal 27 februari 2019, dapat dilihat pada (gambar 3.1).

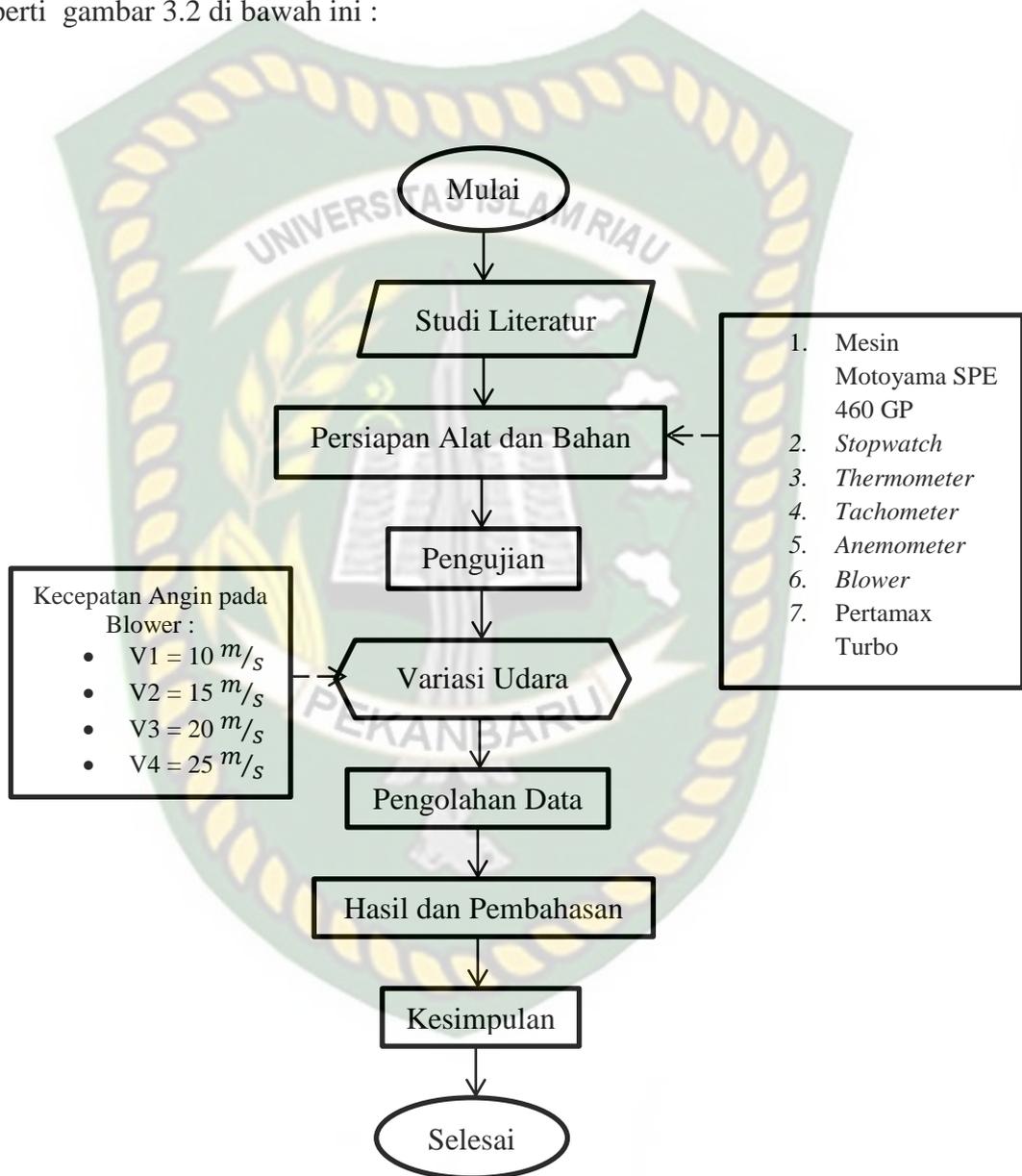


Gambar 3.1

Laboratorium Teknik Mesin FT UIR

3.2 Diagram Alir Penelitian

Untuk mempermudah dalam penelitian ini maka digunakan diagram alir seperti gambar 3.2 di bawah ini :



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

3.3 Bahan dan Alat Pengujian

Sebelum melakukan pengujian, alat dan bahan harus disiapkan, agar penelitian dapat berjalan dengan baik dan mendapatkan hasil yang sesuai.

Peralatan dan bahan yang digunakan pada pengujian ini adalah :

1. Bahan yang digunakan
 - a) Bahan bakar pertamax RON 98

Bahan bakar yang digunakan yaitu pertamax turbo Ron 98, dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 pertamax turbo

2. Alat yang digunakan dalam penelitian

a) *Stopwatch*

Untuk menentukan berapa lama waktu yang dibutuhkan peneliti saat melakukan pengujian atau bisa menggunakan stopwatch handphone, dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 *Stopwatch*

b) *Thermometer*

Untuk menghitung temperatur atau perubahan suhu yang terjadi sebelum dan sesudah masuk ke sistem pendingin, dapat dilihat pada gambar 3.5.



Gambar 3.5 *Thermometer*

Ada lima temperatur yang didapat dari *thermometer*, yaitu :

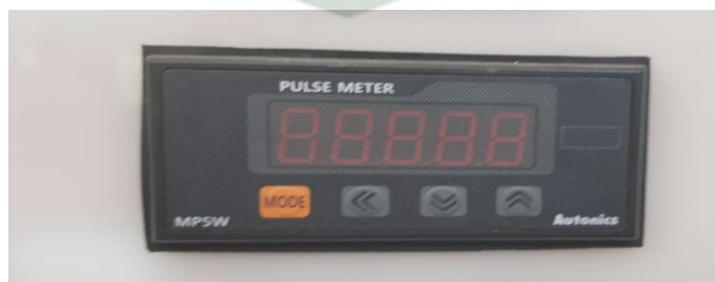
- T 1 = Udara masuk (*Intake manifold*)
- T 2 = Saluran buang (*Exhause manifold*)
- T 3 = *Head cylinder*
- T 4 = Minyak pelumas
- T 5 = Air untuk hydrobreak

Adapun spesifikasi *thermometer*, yaitu:

- Series : T4WM
- *Power supply* : 110/220 VAC 50/60 HZ
- *Allowable valtage range* : 90 to 100% of rated voltage
- *Character size* (W x H) : 9,8 x 14,2 mm
- *Input sensor* : *thermocouples*, K (CA), J (IC)
- *Input line risistance* : *thermocouples max* 100 Ω

c) *Tachometer*

Untuk mengukur putaran motor dalam putaran per-menit (Rpm), dapat dilihat pada gambar 3.6.



Gambar 3.6 *Tachometer*

Adapun spesifikasi *tachometer*, yaitu:

- Dimensi : 96 x 48 x 106 mm
- Power : 100 – 240 VAC
- Tampilan : *LED 5 digit 7 – segment*

d) *Anemometer*

Untuk mengukur kecepatan udara pada *blower*, dapat dilihat pada gambar dibawah ini 3.7.



Gambar 3.7 Anemometer

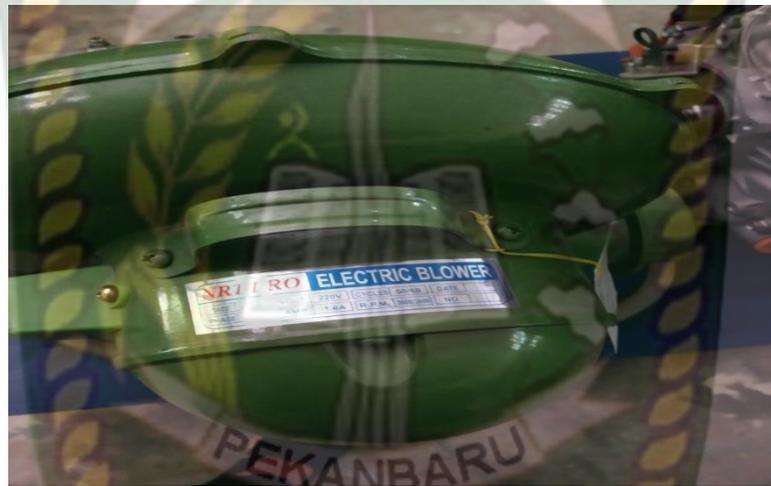
Adapun spesifikasi *anemometer*, yaitu:

- *Measure Wind and speed & temperature*
- *Wind speed range : 0-30 m/s*
- *Wind temperature range : -10-45°C (14-113°F)*
- *Current/ max/ average wind speed reading*
- *Wind speed unit: m/s, Km/h, ft/min, Knots, mph*
- *Temperature display in C/F°*

- *Lcd backlight display*
- *Auto / manual power off*
- *Power supply: 9v battery (included)*

e) *Blower*

Penyuplai udara tambahan untuk membantu proses pendinginan pada blok silinder, dapat dilihat pada gambar 3.8.



Gambar 3.8 *Blower*

Adapun spesifikasi *blower*, yaitu:

- *Size : 2,5 inchi Volt : 220 v Cycles : 50/60*
- *Phase : 1 Amp 1,6 A Rpm : 3000/360*

f) *Dimmer*

Untuk mengatur kecepatan *blower*, dapat dilihat pada gambar 3.9.



Gambar 3.9 *Dimmer*

g) Gelas Ukur

Gelas ukur bahan bakar dengan kapasitas 8 ml, 16 ml, dan 32 ml, dapat dilihat pada gambar 3.10.



Gambar 3.10 gelas ukur bahan bakar

h) Panel Kontrol

Panel kontrol ini dilengkapi untuk memenuhi kebutuhan pengujian, dapat dilihat pada gambar 3.11.



Gambar 3.11 Panel kontrol

Keterangan panel control, yaitu:

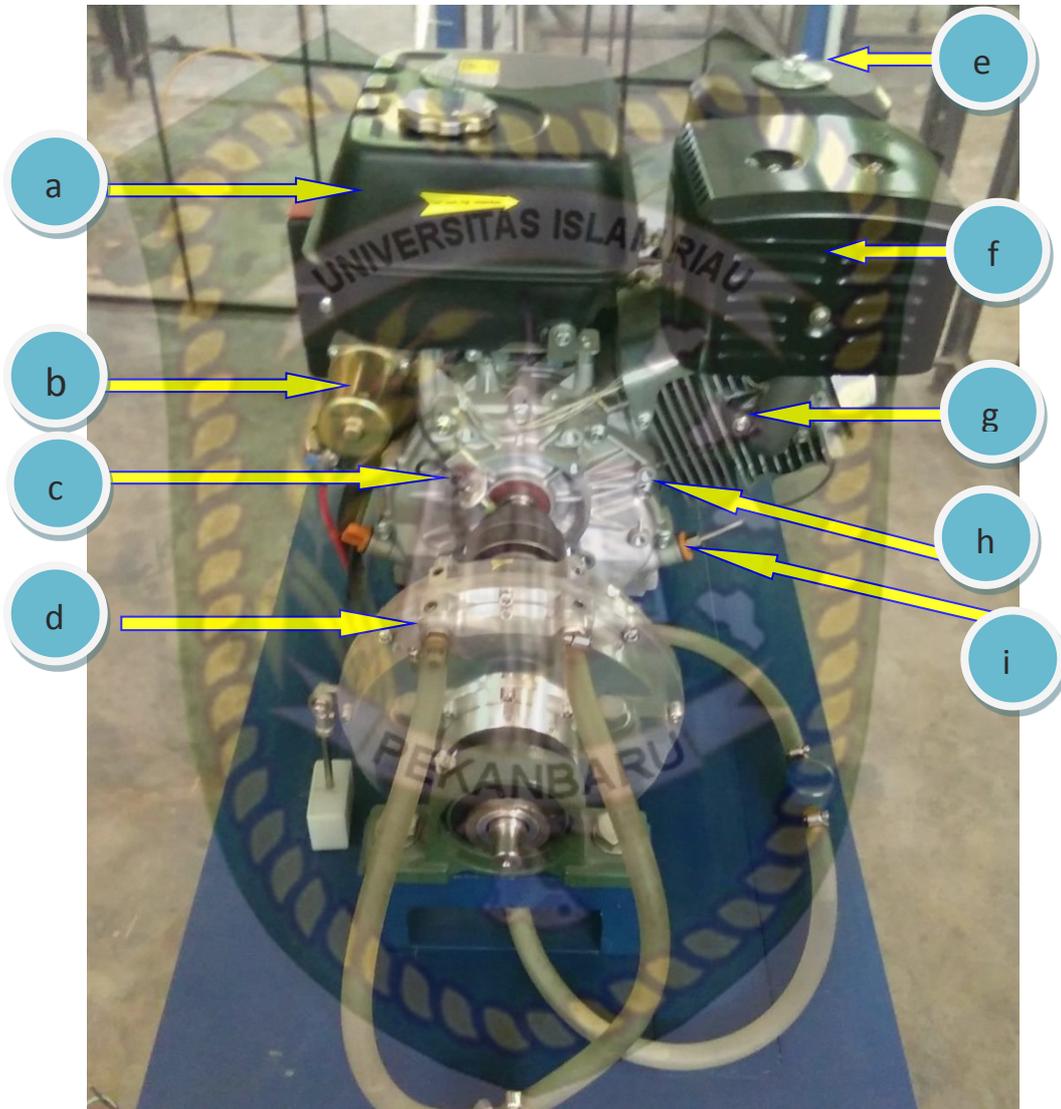
- Pompa bbm, digunakan untuk mengisi bahan bakar kedalam gelas ukur dengan menekan tombol pompa bbm.
- Saklar panik, dapat digunakan saat dalam keadaan darurat.
- Tombol stater, digunakan saat untuk menghidupkan mesin.

i) Mesin motoyama SPE460GP

Spesifikasi mesin bensin yang digunakan dalam penelitian ini, antara lain:

- 1 Silinder segaris 2 katup
- Diameter silinder : d_{sm} = 90 mm
- Langkah torak : L_{sm} = 66 mm
- Volume langkah : V_{sm} = 420 cm^3
- Putaran maksimum : n_{max} = 3.600 Rpm
- Putaran minimum : n_{min} = 2.500 Rpm

- Daya maksimum = 11,2 kW/3.600 Rpm
- Torsi maksimum = 22,5 Nm/2500 Rpm



Gambar 3.12 Motoyama SPE460GP

j) *Forcemeter*

Adalah untuk mengukur hasil dari pengukuran pada hydrobrake.



Gambar 3.13 *Forcemeter*

3.4 Prosedur Penelitian

Sebelum pengujian dilakukan terlebih dahulu diperiksa bahan bakar serta keadaan minyak pelumas mesin, apabila semuanya cukup dan dalam keadaan normal maka pengujian akan dilakukan.

Adapun langkah-langkah pengujian tersebut :

1. Persiapan sebelum pengujian
 - a. Periksa air untuk hydrobrake dalam bak penampung hingga terisi $\frac{1}{2}$ - $\frac{2}{3}$ bagian dari bak penampungan.
 - b. Periksa minyak pelumas mesin pada tongkat ukur.
 - c. Tombol panik dalam keadaan tertutup.
 - d. Posisikan bukaan katup gas pada kondisi putaran rendah.
 - e. Isi bahan bakar pada tangki bahan bakar.
 - f. Pasang kabel baterai.

- g. Yakinkan tidak ada yang mengganggu bagian yang bergerak atau berputar.
- h. Hubungkan listrik panel ke sumber listrik 220V AC.

2. Pelaksanaan pengujian

- a. Hidupkan *blower*
- b. Langkah 1 sesuaikan kecepatan angin dalam pengujian menggunakan *anemometer*.
- c. Langkah 2 buka tombol *emergency* (putar ke kanan) .
- d. Langkah 3 putar kunci saklar mesin pada posisi ON, *instrumen* dan pompa air akan aktif.
- e. Langkah 4 tekan tombol pompa BBM, jika diperlukan pengisian gelas ukur, posisi tuas pada P >> G, M
- f. Langkah 5 posisi aliran kran BBM , gelas ukur ke mesin (G >> M).
- g. Langkah 6 tunggu sampai air keluar dari *drainase hydrobrake*.
- h. Langkah 7 tekan tombol starter, sampai mesin menyala.
- i. Langkah 8 tentukan Rpm motor bensin dengan menggunakan *tachometer* hingga mencapai 2000 rpm.
- j. Langkah 9 tetapkan waktu 60 detik pada kecepatan udara yang telah ditentukan dalam pengujian.
- k. Langkah 10 lihat konsumsi bahan bakar disetiap pengujian.

Pada setiap kecepatan udara yang ditentukan dalam pengujian dilakukan pengamatan dengan :

- a. Putaran poros (Rpm)
- b. Gaya (N)
- c. Tekanan *orifis* (mm H₂O)
- d. Konsumsi bahan bakar (ml/s)
- e. Temperatur gas buang (°C)
- f. Temperatur udara masuk (°C)
- g. Temperatur mesin pelumas (°C)
- h. Temperatur silinder (°C)
- i. Temperatur air *hydrobrake*(°C)
- j. Pengamatan data–data diatas dilakukan sesaat setelah alat uji yang seragam.
- k. Matikan tombol dengan,menekan tombol off.

3.5 Pengolahan Data

Dari hasil pengujian mesin yang dilakukan maka didapat data yang mendukung untuk pengolahan data, sebagai pendukung dalam perhitungan pengaruh kecepatan udara yang melewati blok silinder terhadap unjuk kerja mesin bensin empat langkah satu silinder. Dalam pengujian ini peneliti menggunakan bahan bakar premium petamax turbo Ron 98 pada putaran mesin 2000 Rpm, dengan variasi kecepatan udara pada *blower* 10m/s, 15 m/s 20 m/s dan 25 m/s setelah diukur menggunakan *anemometer*.

3.6 Jadwal Kegiatan Penelitian

Agar penelitian tentang pengaruh kecepatan udara yang melewati blok silinder terhadap unjuk kerja motor bensin dengan menggunakan beberapa jenis bahan bakar dan *blower* ini dapat berjalan optimal sesuai dengan waktu yang ditentukan maka perlu dibuat jadwal penelitian seperti yang terlihat pada tabel 3.1 dibawah ini.

No	Jenis Kegiatan	Bulan – ke															
		1				2				3				4			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Pembuatan Proposal																
2	Studi Literatur																
3	Persiapan alat dan bahan																
4	Pengujian dan pengumpulan data																
5	Analisi data																
6	Hasil akhir dan presentasi																

Tabel 3.13 Jadwal Kegiatan Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Penelitian

Data hasil pengujian variasi kecepatan udara pada blok silinder menggunakan bahan bakar RON 98, dapat dilihat pada tabel 4.1.

Kecepatan udara (m/s)	Putaran (rpm)	Gaya Hydro brake (N)	T ₁ (°C)	T ₂ (°C)	T ₃ (°C)	T ₄ (°C)	T ₅ (°C)	waktu (detik)	Bahan bakar (ml)
0	2000	142	46	230	25	67	27	90	40
10	2000	150	47	230	27	67	29	90	36
15	2000	190	44	245	23	70	30	90	32
20	2000	227	43	232	19	68	31	90	28
25	2000	236	38	227	17	64	32	90	24

Tabel 4.1 Data Pengujian Menggunakan Variasi Kecepatan Udara.

4.2 Hasil Perhitungan

Hasil perhitungan variasi kecepatan udara pada *blower* digunakan untuk menghitung unjuk kerja pada penelitian ini. Dengan menggunakan rumus untuk menghitung nilai Torsi, Daya, Pemakaian Bahan Bakar Spesifik (Sfc), efisiensi volumetri dan Efisiensi termis yaitu :

4.2.1 Hasil Perhitungan Torsi

Adapun perhitungan pada torsi adalah sebagai berikut :

4.2.1.1 Perhitungan Torsi Tidak Menggunakan Kecepatan Udara.

Dari hasil pengujian pada bahan bakar RON 98 tidak menggunakan kecepatan udara, didapat besar gaya sentrifugal sebesar 142 N.

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

Dimana :

T = Torsi untuk mengetahui hasil kerja mesin (Nm)

F = gaya sentrifugal (N)

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

Maka :

Torsi dengan gaya 142 N

$$T = 142 \text{ N} \times 0,13 \text{ m}$$

$$T = 18,46 \text{ Nm}$$

4.2.1.2 Perhitungan Torsi Dengan Variasi Kecepatan Udara 10 m/s.

Dari hasil pengujian pada bahan bakar RON 98 dengan variasi kecepatan udara 10 m/s, didapat besar gaya sentrifugal sebesar 150 N.

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

Dimana :

T = Torsi untuk mengetahui hasil kerja mesin (Nm)

F = gaya sentrifugal (N)

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

Maka :

Torsi dengan gaya sentrifugal 150 N

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

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

Dengan perhitungan yang sama pada kecepatan udara 15 m/s, 20m/s dan 25 m/s dapat dilihat pada tabel 4.2 dibawah ini.

No	Kecepatan udara pada blower (m/s)	Torsi (Nm)
1	0 m/s	18,46
2	10 m/s	19,5
3	15 m/s	24,7
4	20 m/s	29,51
5	25 m/s	30,68

Tabel 4.2 Nilai torsi dari variasi kecepatan udara.

Pada tabel diatas , nilai torsi dari variasi kecepatan udara pada blower dapat ditampilkan dalam bentuk grafik pada gambar 4.1.



Grafik 4.1 Nilai torsi

Dapat disimpulkan pada grafik 4.1 dapat dilihat bahwa, semakin tinggi kecepatan udara yang melewati blok silinder nilai torsi nya semakin meningkat, dimana pada kecepatan udara 25 m/s memiliki nilai torsi tertinggi sebesar 30,68

Nm. Sedangkan pengujian tidak menggunakan udara bantuan blower memiliki nilai torsi terendah sebesar 18,46 Nm. Sehingga kecepatan udara yang melewati blok silinder berpengaruh pada nilai torsi saat proses pembakaran dalam ruang bakar mesin bensin yang keadaannya diam (stasioner).

4.2.2 Perhitungan Daya

Daya merupakan kerja atau energi yang dihasilkan mesin per satuan waktu mesin itu beroperasi.

4.2.2.1 Perhitungan Daya Tidak Menggunakan Kecepatan Udara.

Dari hasil pengujian tidak menggunakan variasi kecepatan udara pada pembebanan sebesar 142 N dengan putaran mesin 2000 Rpm di dapat besar torsi $T = 18,46 \text{ Nm}$.

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

Dimana :

N_e = 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 18,46 Nm

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

$$Ne = \frac{2 \times 3,14 \times 2000 \text{ rpm} \times 18,46 \text{ Nm}}{6000} \text{ (kW)}$$

$$Ne = 38,64 \text{ kW}$$

4.2.2.2 Perhitungan Daya Pada Kecepatan Udara 10 m/s.

Dari hasil pengujian bahan bakar RON 98 dengan variasi kecepatan udara 10 m/s pada pembebanan sebesar 150 N dengan putaran mesin 2000 Rpm didapat besar torsi $T = 19,5 \text{ Nm}$.

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

Dimana :

Ne = 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

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

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

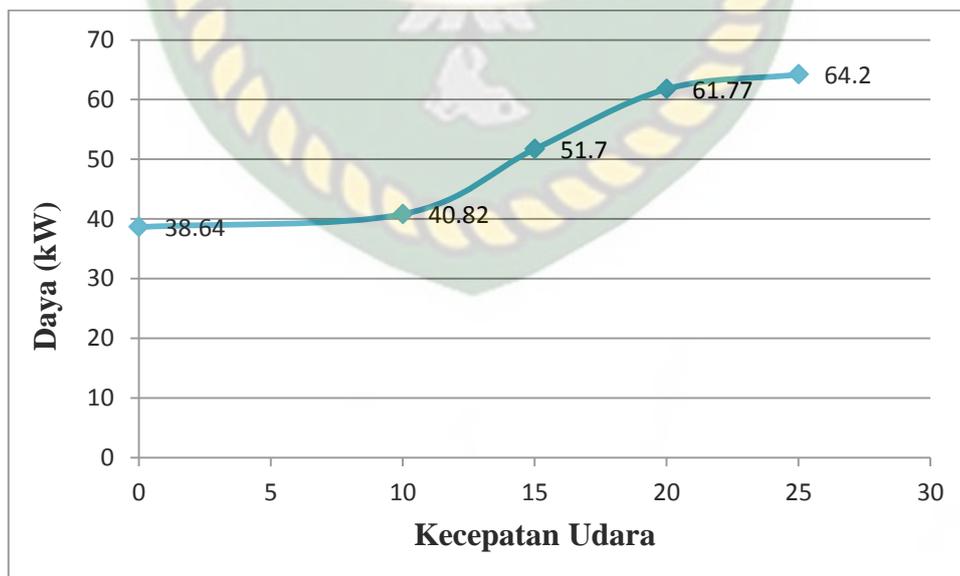
$$Ne = 40,82 \text{ kW}$$

Dengan perhitungan yang sama pada variasi kecepatan udara 15 m/s, 20 m/s dan 25 m/s dapat dilihat tabel 4.3.

No	Variasi kecepatan udara	Daya (kW)
1	0 m/s	38,64
2	10 m/s	40,82
3	15 m/s	51,7
4	20 m/s	61,77
5	25 m/s	64,2

Dari tabel 4.4 Daya dengan variasi kecepatan udara

Pada tabel diatas , nilai daya dari variasi kecepatan udara pada blower dapat ditampilkan dalam bentuk grafik pada gambar 4.2.



Grafik 4.2 Nilai daya

Pada grafik 4.2 dapat disimpulkan bahwa daya yang dihasilkan pada mesin berpengaruh terhadap kecepatan udara yang melewati blok silinder. Semakin tinggi kecepatan udara yang melewati blok silinder daya, nilai dayanya juga tinggi. Pada kecepatan 25 m/s memiliki daya tertinggi sebesar 64,22 kW dan pengujian tidak menggunakan blower memiliki nilai daya terendah sebesar 38,64 kW.

4.2.3 Perhitungan Pemakaian Bahan Bakar Spesifik (SFC)

Pemakaian bahan bakar spesifik (*SFC*) merupakan konsumsi bahan bakar sebuah motor dihitung dari jumlah pemakaian bahan bakar tiap jam dibagi daya efektif mesin.

4.2.3.1 Perhitungan Pemakaian Bahan Bakar Spesifik Tidak Menggunakan Kecepatan Udara.

Dari hasil pengujian dengan bahan bakar RON 98, daya yang di hasilkan sebesar 38,64 kW dengan putaran mesin 2000 Rpm, waktu yang dipakai untuk menghabiskan bahan bakar selama 90 detik, dan jumlah bahan bakar pertamax turbo yang digunakan 40 ml.

$$SFC = m_f / N_e \left(\frac{kg}{kWh} \right)$$

Dimana:

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

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

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

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

ρ_{bb} = 747 kg/m^3

N_e = Daya efektif mesin (kW)

M_t = Momen puntir (Nm)

n = Putaran mesin (Rpm)

Maka :

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

Maka :

Pemakaian bahan bakar RON 98 40 ml dengan daya 38,64 kW

$$SFC = \frac{m_f}{N_e} \text{ (} \frac{kg}{kWh} \text{)}$$

$$= \frac{(V / t) \times \rho_{bb} \times 3600}{N_e}$$

$$= \frac{(4.10^{-5} m^3 / 90 \text{detik}) \times 747 \text{ kg/m}^3 \times 3600}{38,64 \text{ kW}}$$

$$= \frac{1,19 \text{ kg/jam}}{38,64 \text{ kW}}$$

$$= 0,030 \frac{kg}{kWh}$$

4.2.3.2 Perhitungan Pemakaian Bahan Bakar Spesifik Dengan Kecepatan Udara 10 m/s Pada Blower

Dari hasil pengujian dengan bahan bakar RON 98, daya yang di hasilkan sebesar 40.82 kW dengan putaran mesin 2000 Rpm, waktu yang dipakai untuk menghabiskan bahan bakar selama 90 detik, dan jumlah bahan bakar yang digunakan 36 ml dengan data tersebut di dapat pemakaian bahan bakar spesifik (*SFC*) dengan persamaan yaitu :

$$SFC = m_f / N_e \left(\frac{kg}{kWh} \right)$$

Dimana:

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

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

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

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

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

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

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

n = Putaran mesin (Rpm)

Maka :

$$SFC = \frac{m_f}{N_e} \left(\frac{kg}{kWh} \right)$$

Maka :

Pemakaian bahan bakar RON 98 36 ml dengan daya 40,82 kW

$$\begin{aligned}
 SFC &= \frac{m_f}{N_e} \left(\frac{kg}{kWh} \right) \\
 &= \frac{(V / t) \times \rho_{bb} \times 3600}{N_e} \\
 &= \frac{(3,6 \cdot 10^{-5} m^3 / 90 \text{detik}) \times 747 \text{ kg/m}^3 \times 3600}{40,82 \text{ kW}} \\
 &= \frac{1,075 \text{ kg/jam}}{40,82 \text{ kW}} \\
 &= 0,022 \frac{kg}{kWh}
 \end{aligned}$$

Dengan perhitungan yang sama pada variasi kecepatan udara 15 m/s, 20 m/s, dan 25 m/s dapat dimasukkan kedalam tabel 4.4.

No	Variasi kecepatan udara	Pemakaian Bahan Bakar (kg/jam.kW)
1	0 m/s	0.030
2	10 m/s	0,022
3	15 m/s	0,018
4	20 m/s	0,013
5	25 m/s	0,011

Tabel 4.4 Pemakaian bahan bakar SFC

Dari tabel pemakaian bahan bakar diatas dengan variasi kecepatan udara dapat ditampilkan dalam bentuk grafik pada gambar 4.3.



Grafik 4.3 Pemakaian bahan bakar

Dari grafik 4.3 dapat disimpulkan bahwa, pada pengujian menggunakan kecepatan udara 25 m/s memiliki pemakaian bahan bakar yang paling sedikit sebesar 0.011 kg/jam.kW dan tidak menggunakan kecepatan udara memiliki pemakaian bahan bakar terbesar yaitu 0.030 kg/jam.kW. Sehingga kecepatan udara yang melewati blok silinder pada saat pembakaran berlangsung, mempengaruhi pemakaian bahan bakar mesin bensin yang keadaanya diam/stasioner.

4.2.4 Perhitungan Efisiensi Volumetri

Efisiensi volumetri merupakan perbandingan antara jumlah udara sesungguhnya dibutuhkan dan jumlah udara ideal yang dibutuhkan. Dari hasil pengujian pada bahan bakar dengan putaran mesin 2000 Rpm dengan data tersebut di dapat efisiensi volumetri dengan persamaan yaitu :

$$\eta_v = m_a / m_{ai}$$

Dimana:

m_a = jumlah udara sesungguhnya dibutuhkan

$$m_a = Q \times 60 \times \rho_{ud}$$

ρ_{ud} = massa jenis udara (kg/m³)

Q = laju aliran udara (m³/s)

$$Q = C \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho_{ud}}} \frac{A_a}{\sqrt{\left(\frac{A_a}{A_b}\right)^2 - 1}}$$

ρ_{ud} = massa jenis udara = 1,2 (kg/m³)

D_a = diameter masuk orifice = 0,039 (m)

D_b = diameter orifice = 0,023 (m)

C = koefisien discharge, $C = 0,6$

Δp = penurunan tekanan (Pa)

Δp = $P_{iv} - P_{ov}$

P_{ov} = tekanan udara keluar venturi (N/m²)

P_{iv} = tekanan udara masuk venturi (N/m²)

T_{ud} = temperatur udara (°C)

A_a = $\frac{\pi}{4} (D_a)^2$

A_a = luas permukaan pipa masuk (m²)

A_b = $\frac{\pi}{4} (D_b)^2$

A_b = luas permukaan pipa keluar (m²)

m_{ai} = Jumlah udara ideal yang dibutuhkan

m_{ai} = $V_1 \times 60 \times n \times a \times \rho_{ud}$ (kg/jam)

ρ_{ud} = massa jenis udara = 1,2 (kg/m³)

V_1 = volume langkah total (m³)

$$A_a = \frac{\pi}{4} (D_a)^2$$

$$= \frac{3,14}{4} (0,039 \text{ m})^2$$

$$= 0,00119 \text{ m}^2$$

$$A_b = \frac{\pi}{4} (D_b)^2$$

$$= \frac{3,14}{4} (0,023 \text{ m})^2$$

$$= 0,00041 \text{ m}^2$$

Nilai \dot{q}_v pada putaran 2000 rpm

$$\dot{q}_v = m_a / m_{ai}$$

$$m_a = Q \times 60 \times \rho_{ud}$$

$$Q = C \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho_{ud}}} \frac{A_a}{\sqrt{\left(\frac{A_a}{A_b}\right)^2 - 1}}$$

$$= 0,6 \sqrt{\frac{2(0,2 \text{ N/m}^2 - 0,1 \text{ N/m}^2)}{1,2 \text{ kg/m}^3}} \frac{0,00119 \text{ m}^2}{\sqrt{\left(\frac{0,00119 \text{ m}^2}{0,00041 \text{ m}^2}\right)^2 - 1}}$$

$$= 0,6 \sqrt{0,16 \text{ m/s}} \frac{0,00119 \text{ m}^2}{2,72}$$

$$= 0,000105 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$m_a = 0,000105 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \times 60 \times 1,2 \text{ kg/m}^3$$

$$= 0,00756 \text{ kg/s}$$

$$= 27,21 \text{ kg/jam}$$

$$m_{ai} = V_1 \times 60 \times n \times a \times \rho_{ud} \text{ (kg/jam)}$$

$$= 4,2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \times 60 \times 2000 \text{ rpm} \times 0,5 \times 1,2 \text{ kg/m}^3$$

$$= 30,24 \text{ kg/jam}$$

Maka :

$$\eta_v = 27,21 \text{ kg/jam} / 30,24 \text{ kg/jam} \times 100\%$$

$$= 89 \%$$

4.2.5 Perhitungan Efisiensi Termis

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

4.2.5.1 Perhitungan Efisiensi Termis Tidak menggunakan Kecepatan Udara.

Dari hasil pengujian tidak menggunakan kecepatan udara, jumlah pemakaian bahan bakar 1,19 kg/jam, putaran mesin 2000 Rpm dan daya 38,64 kW dengan data tersebut di dapat efisiensi termis dengan persamaan yaitu :

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

Dimana :

LHV = Nilai kalor bawah (kJ/kg).

$$LHV = 44791 \text{ (kJ/kg)}$$

m_f = Pemakaian bahan bakar (kg/jam)

Ne = Daya (kW)

Maka :

Nilai $\dot{\eta}_{th}$ terhadap daya 38,64 kW

$$\begin{aligned} \dot{\eta}_{th} &= \frac{Ne \times 632}{m_f \times LHV} 100\% \\ &= \frac{38,64 \text{ kW} \times 632}{1,19 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \times 44791 \text{ kJ/kg}} 100\% \\ &= 45 \% \end{aligned}$$

4.2.5.2 Perhitungan Efisiensi Thermis Dengan Kecepatan Udara 10 m/s.

Dari hasil pengujian dengan variasi kecepatan udara 10 m/s jumlah pemakaian bahan bakar 1,075 kg/jam, putaran mesin 2000 Rpm dan daya 40.82 kW dengan data tersebut di dapat efisiensi termis dengan persamaan yaitu:

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

Dimana :

LHV = Nilai kalor bawah (kJ/kg).

LHV = 44791 (kJ/kg)

m_f = Pemakaian bahan bakar (kg/jam)

N_e = Daya (kW)

Maka :

Nilai $\dot{\eta}_{th}$ terhadap daya 40,82 kW

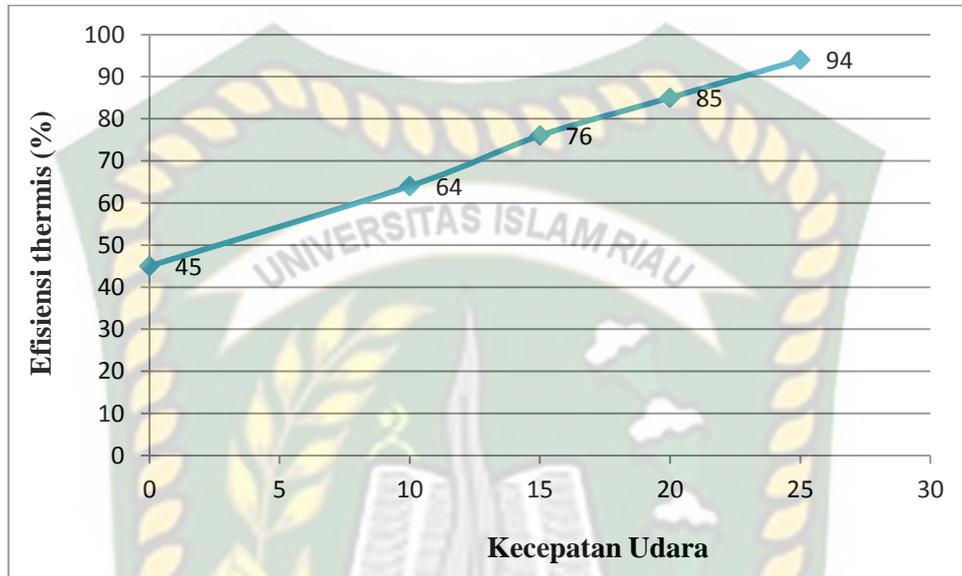
$$\begin{aligned} \dot{\eta}_{th} &= \frac{N_e \times 632}{m_f \times LHV} \times 100\% \\ &= \frac{40,82 \text{ kW} \times 632}{1,075 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \times 44791 \text{ kJ/kg}} \times 100\% \\ &= 64\% \end{aligned}$$

Dengan perhitungan yang sama pada variasi kecepatan 15 m/s, 20 m/s dan 25 m/s dapat dilihat pada tabel 4.6.

No	Kecepatan udara	Effisiensi Thermis (%)
1	0 m/s	45
2	10 m/s	64
3	15 m/s	76
4	20 m/s	85
5	25 m/s	94

Tabel 4.5 Efisiensi thermis

Dari tabel diatas Effisiensi thermis pada bahan bakar Ron 98 dengan dapat dibuat dalam bentuk grafik pada gambar 4.4.



Grafik 4.4 Efisiensi thermis

Dari grafik 4.4 dapat dilihat bahwa, semakin tinggi kecepatan udara efisiensi thermal juga semakin meningkat. Efisiensi thermal tertinggi didapat pada pengujian kecepatan udara 25 m/s dan efisiensi thermal terendah pada pengujian tidak menggunakan kecepatan udara. Sehingga kecepatan udara yang melewati blok silinder saat pembakaran pada motor bensin yang keadaanya diam atau stasioner berpengaruh dengan efisiensi thermal.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang sudah dilakukan, maka dapat diambil suatu kesimpulan mengenai pengaruh kecepatan udara yang melewati blok silinder terhadap unjuk kerja motor bensin, diantaranya :

1. Pada kecepatan udara 25 m/s unjuk kerja pada mesin yang keadaanya diam atau stasioner meningkat dan pemakaian bahan bakar lebih hemat atau irit. Sedangkan tidak menggunakan kecepatan udara unjuk kerja mesinnya rendah dan pemakaian bahan bakar boros dibandingkan dengan menggunakan bantuan udara tambahan.
2. Kecepatan udara yang melewati blok silinder sangat berpengaruh terhadap unjuk kerja mesin yang keadaanya diam atau stasioner. Karena udara yang bersirkulasi pada blok silinder dapat membantu proses pendinginan pada mesin saat beroperasi, sehingga unjuk kerja mesin semakin baik.

5.2 Saran

Adapun saran yang didapat dari pembuatan tugas akhir ini adalah :

1. Pada peneliti selanjutnya sebaiknya mengetahui berapa jarak yang baik untuk penempatan blower sebagai udara bantuan pada proses pendinginan mesin bensin dalam keadaan diam (stasioner).

2. Pada percobaan pengambilan data ini sebaiknya mesin dilakukan dengan menggunakan beban dan melakukan perbandingan dengan engine tanpa beban.
3. Perlu melakukan pengujian terhadap variasi katup beban pada air hydrobrake.



DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar, Wiranto. 2002. Penggerak Mula Motor Bakar Torak. Edisi Kelima Cetakan kesatu. Bandung : ITB.
- Dr. Sumarno. PPPP TK BOE. 2018. Memelihara Servis Sistem Pendingin dan Komponen-Komponennya. OTO. SM02.004.01.
- Irawan, Maschudin Ferry. Dkk. 2016. Studi Pengaruh Pendingin Oli Dengan Sistem Radiator Pada Sepeda Motor Suzuki Shogun 110 CC. V-MAX, Vol 1(1).
- Mustafa. 2010. Analisis Pengaruh Jarak Sirip Vertikal dan Kecepatan Angin Terhadap Perpindahan Panas Pada Motor 4 Tak. Agritek, Vol. 11(1).
- M. Adib Misbakhul Islam. 2018. Analisis Pengaruh Kecepatan Air Radiator dan Jumlah Pipa Terhadap Efektifitas Penyerapan Panas Pada Mesin Motor Bensin. Universitas 17 Agustus 1945. Surabaya, Vol. 1(1).
- Mayor, Andrew William. 2016. Efektivitas dan Efisiensi Sirip Dengan Luas Penampang Fungsi Posisi Berpenampang Kapsul Kasus Satu Dimensi Pada Keadaan Tak Tunak. Yogyakarta : Universitas Sanata Dharma.
- Raflindo, Koni, Gatot Subiyakto dan Akhmad Farid. 2012. Analisis Volume Air Radiator Terhadap Perubahan Temperatur Pada Motor Diesel Chevrolet. Proton, Vol. 4(2).
- Suhadi, Amin. 2017. Analisis Kerusakan Radiator Sepeda Motor 150 CC Motor Cycle Radiator. M.P.I, Vol. 11(2).