

**TUGAS SARJANA**  
**KONVERSI ENERGI**  
**ANALISA PENGARUH VARIASI GASKET HEAD**  
**CYLINDER TERHADAP KOMPRESI MOTOR DIESEL**  
**SATU SILINDER DENGAN BAHAN BAKAR GANDA**  
**(SOLAR-LPG)**

*Diajukan Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T)  
Pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

**Disusun Oleh :**

**HENDRA GUNAWAN**  
**1307230277**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**MEDAN**  
**2018**

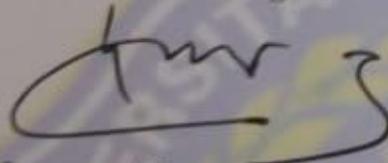
**LEMBAR PENGESAHAN – I**  
**TUGAS SARJANA**  
**KONVERSI ENERGI**  
**ANALISA PENGARUH VARIASI GASKET HEAD CYLINDER**  
**TERHADAP KOMPRESI MOTOR DIESEL SATU SILINDER**  
**DENGAN BAHAN BAKAR GANDA**  
**(SOLAR-LPG)**

Disusun Oleh :

**HENDRA GUNAWAN**  
1307230277

Diperiksa dan Disetujui Oleh :

Pembimbing – I



( Munawar Alfansury Srg, S.T., M.T )

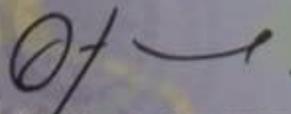
Pembimbing – II



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

Diketahui oleh :

Ka. Program Studi Teknik Mesin



(Affandi, S.T., M.T)

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**MEDAN**  
**2018**

**LEMBAR PENGESAHAN – II**

**TUGAS SARJANA**

**KONVERSI ENERGI**

**ANALISA PENGARUH VARIASI GASKET HEAD CYLINDER  
TERHADAP KOMPRESI MOTOR DIESEL SATU SILINDER  
DENGAN BAHAN BAKAR GANDA  
(SOLAR-LPG)**

Disusun Oleh :

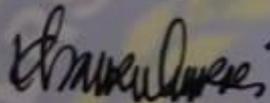
**HENDRA GUNAWAN**

1307230277

Telah diperiksa dan diperbaiki  
Pada seminar tanggal 29 September 2018

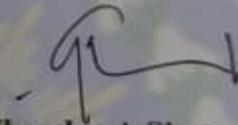
Disetujui Oleh :

Pembanding – I



(Khairul Umurani. S.T., M.T)

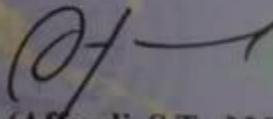
Pembanding – II



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

Diketahui oleh :

Ka. Program Studi Teknik Mesin



(Affandi. S.T., M.T)

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2018**



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI MUHAMMADIYAH  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Pusat Administrasi: Jalan Kapten Mukhtar Basri No. 3 Telp. (061) 6611233 – 6624567 –  
6622400 – 6610450 – 6619056 Fax. (061) 6625474 Medan 20238  
Website : <http://www.umsu.ac.id>

syarat-syaratnya agar dikebutkan  
di terangnya

DAFTAR SPESIFIKASI  
TUGAS SARJANA

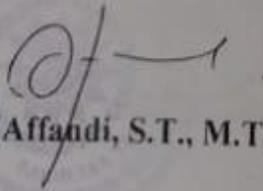
Nama : HENDRA GUNAWAN  
NPM : 1307230277  
Semester : X (Sepuluh)  
SPESIFIKASI :

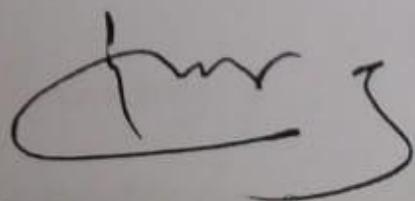
"ANALISA PENGARUH VARIASI GASKET HEAD CYLINDER TERHADAP  
KOMPRESI MOTOR DIESEL SATU CYLINDER DENGAN BAHAN BAKAR  
GANDA (SOLAR-LPG)"

Diberikan Tanggal : 07 Agustus 2017  
Selesai Tanggal : 26 September 2018  
Asistensi : Seminggu, 1 kali  
Tempat Asistensi : Di Kampus dan di rumah Bapak Munawar A. Siregar, S.T., M.T

Diketahui oleh :  
Ka. Program Studi Teknik Mesin

Medan, 26 September 2018  
Dosen Pembimbing – I

  
(Affandi, S.T., M.T)

  
(Munawar Alfansury Srg, S.T., M.T)



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI MUHAMMADIYAH  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Pusat Administrasi: Jalan Kapten Mukhtar Basri No.3 Telp. (061) 6611233 - 6624567 -  
6622400 - 6610450 - 6619056 Fax. (061) 6625474 Medan 20238  
Website : <http://www.umsu.ac.id>

Administrasi agar dilakukan  
dengan

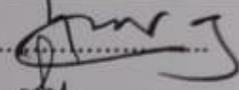
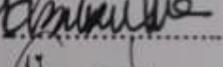
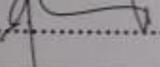
DAFTAR HADIR ASISTENSI  
TUGAS SARJANA

NAMA: Hendra Gunawan PEMBIMBING - I : Munawar Alfansury Srg, S.T., M.T  
NPM : 1307230277 PEMBIMBING - II : H. Muharnif M S.T., M.Sc

NO	Hari / Tanggal	Uraian	Paraf
1.	Sabtu 27/1-18	Pendahuluan, dasar laser	f.
2.	Min 8/2-18	Belakang Semakan Judul Dibantu tips, bahan masalah dan metode	f.
3.	Minggu 11/2-18	Layari diagram akhir	f.
4.	Kamis 5/2-18	Layari	f.
5.	Min 19/2-18	Layari kepmb. II	f.
6.	Senin 26/3/18	Perbaiki gambar, Diagram Akhir	f.
7.	Rabu 18/7/18	Lanjut rumus, dan Analisa data dan perhitungan.	f.
8.	Jum 24/8/18	buat grafik dan narasi pembekas	f.
9.	Kamis 20/9/18	Perbaiki Abstrak	f.
10.	Selasa 25/9/18	Lanjutkan ke Pembimbing I	f.
11.	26/9-2018	Ace di Sumartkan	f.

**DAFTAR HADIR SEMINAR  
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK – UMSU  
TAHUN AKADEMIK 2018 – 2019**

Peserta Seminar  
 Nama : Hendra Gunawan  
 NPM : 1307230277  
 Judul Tugas Akhir : Analisa Pengaruh Variasi Gasfret Head Cylinder Terhadap Kompresi Motor Diesel Satu Silinder Dengan Bahan Gas (Solar -LPG).

DAFTAR HADIR	TANDA TANGAN
Pembimbing – I : Munawar A Siregar.S.T.M.T	
Pembimbing – II : H.Muharnif.S.T.M.Sc	
Pembanding – I : Khairul Umurani.S.T.M.T	
Pembanding – II : Chandra A Siregar.S.T.M.T	

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1307230038	Ahmad Panggabean	
2	1307230264	Batu MANDALA PUTRA	
3	1307230320	BILLI ARDIKA	
4	1307230210	Dwi SURYONO	
5	1307230131	ALPIN LAZUARDI	
6	1307230166	Pio Sudi Pratama	
7	1307230233	Naura A. Siremoang	
8			
9			
10			

Medan, 19 Muharram 1440 H  
29 September 2018 M

Ketua Prodi. T Mesin

  
Affandi.S.T.M.T

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

---

NAMA : Hendra Gunawan  
NPM : 1307230277  
Judul T.Akhir : Analisa Pengaruh Variasi gasfret Head Cylinder Terhadap  
Kompresi Motor Diesel Satu Silinder Dengan Bahan Ganda  
Solar -LPG)

Dosen Pembimbing - I : Munawar A Siregar.S.T.M.T  
Dosen Pembimbing - II : H.Muharnif.S.T.M.Sc  
Dosen Pembanding - I : Khairul Umurani.S.T.M.T  
Dosen Pembanding - II : Chandra A Siregar.S.T.M.T

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

*Belum estite prodi buke  
Smpis*

3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :

.....  
.....  
.....  
.....

Medan 19 Muharram 1440H  
29 September 2018 M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T.Mesin

*Affandi*  
Affandi.S.T.M.T

Dosen Pembanding- I  
*Khairul Umurani*  
Khairul Umurani.S.T.M.T

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

NAMA : Hendra Gunawan  
NPM : 1307230277  
Judul T.Akhir : Analisa Pengaruh Variasi gasfet Head Cylinder Terhadap  
Kompresi Motor Diesel Satu Silinder Dengan Bahan Ganda  
Solar -LPG)

Dosen Pembimbing - I : Munawar A Siregar.S.T.M.T  
Dosen Pembimbing - II : H.Muharnif.S.T.M.Sc  
Dosen Pemanding - I : Khairul Umurani.S.T.M.T  
Dosen Pemanding - II : Chandra A Siregar.S.T.M.T

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

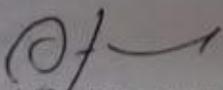
..... *lihat buku Pegas Suzma* .....

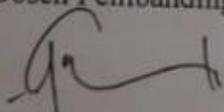
3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :

.....  
.....  
.....

Medan 19 Muharram 1440H  
29 September 2018 M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T.Mesin

  
Affandi.S.T.M.T

Dosen Pemanding- II  
  
Chandra A Siregar.S.T.M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS SARJANA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : HENDRA GUNAWAN  
Tempat/Tgl Lahir : Dolok Sagala, 04 Maret 1993  
Npm : 1307230277  
Bidang Keahlian : Konversi Energi  
Program Studi : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara  
(UMSU)

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

**“ANALISA PENGARUH VARIASI GASKET HEAD CYLINDER  
TERHADAP KOMPRESI MOTOR DIESEL SATU CYLINDER DENGAN  
BAHAN BAKAR GANDA (SOLAR-LPG)”**

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

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

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

Medan, 24 Januari 2018

Saya yang menyatakan,



Hendra Gunawan

## ABSTRAK

Motor diesel adalah salah satu dari *Internal Combustion Engine* (mesin pembakaran dalam) dimana untuk melakukan proses pembakaran membutuhkan kompresi tinggi, proses yang terjadi diruang bakar dipengaruhi oleh bahan bakar, volume total silinder, panjang langkah dan diameter torak. Dari hal tersebut peneliti ingin mengetahui pengaruh volume silinder dengan cara memvariasikan gasket *Head Cylinder*. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah eksperimen, penelitian ini menggunakan bahan bakar solar + LPG, putaran maksimal dan variasi gasket *Head Cylinder*. Untuk mengukur tekanan kompresi menggunakan alat *Compression Test*, untuk mengukur torsi menggunakan *Brake Dynamometer*, untuk mengukur putaran mesin menggunakan sensor rpm dan untuk mengukur volume total silinder dengan jangka sorong. Dari hasil analisa yang didapat pada 2343 rpm pengujian gasket *Head Cylinder* standart tekanan kompresinya 21 bar volume total silinder 401,92 cc menghasilkan torsi 15,59 N.m, daya 3,82 kW dan daya indikatif 16,8 Kw. Pada 2458 rpm pengujian variasi gasket *Head Cylinder* 0,80 mm tekanan kompresinya 22 bar dengan bahan bakar solar + LPG, volume total *Head Cylinder* 405,93 cc menghasilkan torsi 16,47 N.m, daya 4,23 Kw dan daya indikatif 18,65 kW. Pada 2372 rpm pengujian variasi gasket *Head Cylinder* 1,80 mm tekanan kompresinya 19,5 bar volume total silinder 410,96 cc dengan bahan bakar solar + LPG, menghasilkan torsi 16,23 N.m, daya 4,02 Kw dan daya indikatif 16,15 Kw. Berdasarkan hasil eksperimen, semakin tebal gasket *Head Cylinder* semakin rendah kompresinya namun volume total silindernya semakin besar begitu juga sebaliknya menggunakan gasket *Head Cylinder* yang lebih tipis.

**KATA KUNCI** : Kompresi, Variasi Gasket *Head Cylinder*, Volume Total, Kinerja Mesin

## KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji dan syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Sarjana ini dengan baik. Tugas Sarjana ini merupakan tugas akhir bagi mahasiswa Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dalam menyelesaikan studinya, untuk memenuhi syarat tersebut penulis dengan bimbingan dari para Dosen Pembimbing merencanakan sebuah judul “**Analisa Variasi Gasket Head Cylinder Terhadap Kompresi Motor Diesel Satu Cylinder Dengan Bahan Bakar Ganda (SOLAR-LPG) ”**”.

Shalawat serta salam penulis sampaikan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membawa umat muslim dari alam kegelapan menuju alam yang terang menderang. Semoga kita mendapat syafa'atnya di yaumil akhir kelak amin yarabbal alamin.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan dan masih banyak kekurangan baik dalam kemampuan pengetahuan dan penggunaan bahasa. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca.

Dalam penulisan Tugas Sarjana ini, penulis banyak mendapat bimbingan, masukan, pengarahan dari Dosen Pembimbing serta bantuan moril maupun material dari berbagai pihak sehingga pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan tugas sarjana ini.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, M Yunus dan Hanipah Br Pane yang telah banyak memberikan kasih sayang, nasehatnya, doanya, serta pengorbanan yang tidak dapat ternilai dengan apapun itu kepada penulis selaku anak yang di cintai dalam melakukan penulisan Tugas Sarjana ini.
2. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing I Tugas Sarjana ini dan selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak H. Muharnif M. S.T., M.Sc selaku Dosen Pembimbing II Tugas Sarjana ini.
4. Bapak Khairul Umrani S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing I Tugas Sarjana ini.
5. Bapak Chandra A Siregar S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing II Tugas Sarjana ini.
6. Bapak Affandi, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Seluruh Dosen dan Staff Pengajar di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah

banyak memberikan masukan dan dorongan dalam menyelesaikan Tugas Sarjana ini.

8. Anggota team Dual Fuel Diesel Engine Alpin Lazuardi, Dwi suryono, Hendra Gunawan, Ismail yang telah bekerja sama dalam menyelesaikan tugas sarjana dan alat uji motor diesel silinder tunggal dengan bahan bakar ganda.
9. Seluruh rekan-rekan seperjuangan Mahasiswa Program Studi teknik Mesin Khususnya A2 Siang dan B2 Siang yang telah banyak membantu dan memberikan semangat kepada penulis dengan memberikan masukan-masukan bermanfaat selama proses perkuliahan maupun dalam penulisan Tugas Sarjana ini

Penulis menyadari bahwa Tugas Sarjana ini masih jauh dari kata sempurna dan tidak luput dari kekurangan, karena itu dengan senang hati dan penuh lapang dada penulis menerima segala bentuk kritik dan saran dari pembaca yang sifatnya membangun demi kesempurnaan penulisan Tugas Sarjana ini.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga Tugas Sarjana ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan semoga Allah SWT selalu merendahkan hati atas segala pengetahuan yang kita miliki. Amin ya rabbal alamin.  
Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Medan, 29 September 2018  
Penulis

**HENDRA GUNAWAN**  
**1307230277**

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PRNGESAHAN I</b>	
<b>LEMBAR PENGEAHAN II</b>	
<b>LEMBAR SPESIFIKASI TUGAS SARJANA</b>	
<b>LEMBAR ASISTENSI TUGAS SARJANA</b>	
<b>ABSTRAK</b>	<b>i</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b>	<b>x</b>

### **BAB 1. PENDAHULUAN**

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.4.1 Tujuan Umum	3
1.4.2 Tujuan Khusus	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	

### **BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA**

2.1 Pengertian Motor Diesel	6
2.2 Jenis-jenis Motor Bakar	8
2.2.1 Motor Pembakaran Dalam	8
2.2.2 Motor Pembakaran Luar ( <i>External Combustion Engine</i> )	9
2.3 Siklus Termodinamika	10
2.4 Prinsip Kerja Motor Bakar	10
2.5 Blok silinder	12
2.5.1 Komponen di Blok Silinder Dan Fungsinya	14
2.6 Gasket Head Cylinder	14
2.7 Gasket	15
2.7.1 Bahan Pembuat Gasket	16
2.8 Bahan Bakar	17
2.9 Jenis Bahan Bakar	18
2.9.1 Solar	18
2.9.2 Gas LPG ( <i>Liquefied Petroleum Gas</i> )	20
2.10 Parameter Unjuk Kerja Motor Bakar	22
2.10.1 Torsi	22

2.10.1 Daya	23
2.10.2 Volume Cylinder	24
2.10.3 Daya Indikatif	24
2.11 Sistem Bahan Bakar Ganda	25

### **BAB 3. METODE PENELITIAN**

3.1 Tempat dan Waktu	25
3.1.1 Tempat	26
3.1.2 Waktu	26
3.2 Diagram Alir Penelitian	27
3.3 Spesifikasi Mesin	28
3.4 Bahan dan Alat	
3.4.1 Bahan	28
3.4.2 Alat	30
3.5 Skema rangkaian rpm Sensor Dengan Arduino Uno	38
3.6 Pengujian Dan Teknik Pengambilan Data	40

### **BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Hasil Penelitian	41
4.2 Perhitungan Pada Gasket Standart Terhadap Pembebanan 3 kg Dengan Putaran Mesin 800 rpm Sampai 2300 rpm Menggunakan Solar Murni	41
4.2.1 Perhitungan Volume Total Cylinder Gasket Standart	42
4.2.2 Torsi	42
4.2.3 Daya	44
4.2.4 Daya Indikatif Gasket Standart	45
4.3. Perhitungan Pada Variasi Gasket 0,80 mm Terhadap Pembebanan 3 kg Dengan Putaran Mesin 800 rpm Sampai 2300 rpm Menggunakan Solar Murni + LPG	49
4.3.1 Perhitungan Volume Total Cylinder Variasi Gasket 0,80 mm	50
4.3.2 Torsi	50
4.3.3 Daya	52
4.3.4 Daya Indikatif Variasi Gasket 0,80 mm	53
4.4 Perhitungan Pada Variasi Gasket 1,80 mm Terhadap Pembebanan 3 kg Dengan Putaran Mesin 800 rpm Sampai 2300 rpm Menggunakan Solar Murni + LPG	57
4.4.1 Perhitungan Volume Total Cylinder Variasi Gasket 1,80 mm	58
4.4.2 Torsi	58
4.4.3 Daya	60
4.4.4 Daya Indikatif Variasi Gasket 1,80 mm	61
4.5 Pembahasan Grafik	65
4.5.1 Putaran Terhadap Daya Indikatif	66

4.5.2 Putaran terhadap Daya	67
4.5.3 Putaran terhadap Torsi	68
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan	70
5.2 Saran	72
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Motor Pembakaran dalam	8
Gambar 2.2	Motor Pembakaran Luar	9
Gambar 2.3	Motor 2 Langkah	11
Gambar 2.4	Motor 4 Langkah	11
Gambar 2.5	Blok Silinder	13
Gambar 3.1	Flowchart konsep Penelitian	28
Gambar 3.2	Gasket <i>Head cylinder</i> 0,80 mm	29
Gambar 3.3	Gasket <i>Head cylinder</i> 1,80 mm	29
Gambar 3.4	Design alat	30
Gambar 3.5	Mesin diesel silinder tunggal	31
Gambar 3.6	<i>Cylinder Head</i>	31
Gambar 3.7	Jangka sorong	32
Gambar 3.8	Mixer gas	32
Gambar 3.9	Brake dynamometer	33
Gambar 3.10	Alat ukur Konsumsi bahan bakar	33
Gambar 3.11	Regulator	34
Gambar 3.12	Kunci-kunci dan Alat pendukung	34
Gambar 3.13	Keran Minyak Solar	35
Gambar 3.14	Tabung gas LPG	35
Gambar 3.15	rpm Sensor	36
Gambar 3.16	Laptop	36
Gambar 3.17	Arduino UNO	37
Gambar 3.18	Software Arduino	37
Gambar 3.19	<i>Compresson test</i>	38
Gambar 3.20	Skema Rangkaian rpm sensor	38
Gambar 4.3	Skema Rangkaian <i>Load cell sensor</i>	39
Gambar 4.4	Putaran terhadap Daya Indikatif	66
Gambar 4.5	Putaran Terhadap Daya	67
Gambar 4.6	Putaran Terhadap Torsi	68

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Flowchart Konsep Penelitian	31
Tabel 4.1	Tabel Data Hasil Pengujian Volume Total Gasket Standart	42
Tabel 4.2	Tabel Data Hasil Pengujian Volume Total Variasi 0,80 mm	50
Tabel 4.3	Tabel Data Hasil Pengujian Volume Total Variasi 1,80 mm	58
Tabel 4.4	Data Hasil Perhitungan Putaran Terhadap daya Indikatif	65
Tabel 4.5	Data hasil Perhitungan Putaran Terhadap Daya	67
Tabel 4.6	Data Hasil Perhitungan Putaran Terhadap Torsi	68

## DAFTAR NOTASI

Keterangan	Simbol	Satuan
Daya	$P_B$	kW
Daya Motor (Daya Indikatf)	$N_i$	kW
Diameter Torak	D	mm
Gaya	F	N
Jumlah silinder	z	
Panjang Lengan ( <i>Dynamometer</i> )	r	m
Panjang Langkah Piston	L	mm
Putaran	n	rpm
Torsi	$N_p$	N.m
Tekanan Indikator rata-rata	$P_i$	$kg/cm^2$
Siklus Perputaran Motor 4 Tak	a	
Volume Total Cylinder	VL	cc
Tekanan Kompresi		Bar

# BAB 1 PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang Masalah

Motor diesel adalah salah satu dari *internal combustion engines* (mesin pembakaran dalam). Berdasarkan pengalaman motor diesel cenderung lebih rendah polusinya dibanding dengan motor bensin. Umumnya bahan bakar tersebut berasal dari sumber daya alam .

Tingginya konsumsi bahan bakar dan kadar polusi dari kendaraan bermotor pada dasarnya dapat dikendalikan dan dikurangi. Salah satu cara yang paling tepat adalah dengan cara memperbaiki proses pembakaran yang terjadi di dalam mesin. Cara-cara yang dapat dilakukan antara lain dengan perbaikan mutu bahan bakar, homogenitas campuran bahan bakar dan mengatur saat pembakaran yang tepat.

Selain memperbaiki sistem pembakaran, kualitas dari bahan bakar dapat ditingkatkan dengan cara memodifikasi bahan bakar dengan menggunakan system bahan bakar ganda, dimana bahan bakar gas LPG yang dicampur dengan udara dalam silinder mesin baik melalui pencampuran langsung di dalam intake manifold dengan udara atau melalui suntikan langsung kedalam silinder. Sebuah mesin bahan bakar ganda pada dasarnya adalah mesin diesel yang dimodifikasi dimana bahan bakar gas dikompresikan bersamaan dengan udara , bahan bakar gas memiliki temperature terbakar sendiri lebih tinggi dibandingkan minyak solar.

Volume langkah adalah volume di atas titik mati bawah (TMB) sampai garis titik mati atas (TMA). Volume langkah merupakan

hasil perkalian dari luas permukaan torak dan panjang langkah torak. Semakin besar diameter torak dan panjang langkah dari suatu mesin maka semakin besar volume langkahnya, hal ini akan mempengaruhi nilai kompresi dan unjuk kerja mesin.

Selain besar diameter torak dan panjang langkah suatu mesin, gasket juga berpengaruh terhadap unjuk kerja mesin. Ketebalan gasket juga berpengaruh terhadap konsumsi bahan bakar. Semakin tebal gasket maka kompresi pada suatu mesin akan berkurang, semakin tipis gasket head silinder maka kompresi akan bertambah, konsumsi bahan bakar otomatis akan hemat dan sangat berpengaruh terhadap unjuk kerja mesin.

Penulis tertarik untuk mengetahui hasil dari unjuk kerja mesin diesel silinder tunggal meliputi torsi, daya, konsumsi bahan bakar dan perbandingan kompresi yang menambahkan satu gasket di silinder head yang menggunakan bahan bakar ganda solar dan lpg. Berdasarkan uraian di atas penulis ingin melakukan penelitian dengan judul **“ANALISA PENGARUH VARIASI GASKET CYLINDER HEAD TERHADAP KOMPRESI MESIN DIESEL SATU SILINDER DENGAN BAHAN BAKAR GANDA (SOLAR DAN LPG)”**

## **1.2 RUMUSAN MASALAH**

Berdasarkan latar belakang permasalahan di atas timbul permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh variasi gasket terhadap volume ruang silinder?
2. Bagaimana pengaruh variasi gasket terhadap kompresi?
3. Bagaimana pengaruh variasi terhadap daya indikatif?

### **1.3 BATASAN MASALAH**

Untuk penelitian ini permasalahan dibatasi pada :

1. Mesin yang digunakan Misaka R 180 Hopper.
2. Penelitian dilakukan dengan gasket standart yang divariasikan, 0,80 mm dan 1,80 mm
3. Bahan bakar yang di gunakan solar dan LPG

### **1.4 TUJUAN PENELITIAN**

Sesuai dengan judul skripsi “ Analisa pengaruh variasi gasket head cylinder terhadap kompresi motor diesel satu silinder dengan bahan bakar ganda (solar + lpg)”. Maka dengan judul diatas penulis dan pembaca mengetahui.

#### **1.4.1 Tujuan Umum**

Untuk mengetahui kinerja dari perubahan volume total head cylinder terhadap kinerja mesin diesel Misaka R180

#### **1.4.2 Tujuan Khusus**

Tujuan dibuatnya variasi gasket Head Cylinder pada motor diesel satu silinder yaitu :

1. Untuk menghitung torsi, daya, tekanan kompresi, volume total silinder, daya indikatif pada motor diesel satu silinder dengan bahan bakar solar murni.
2. Untuk menghitung torsi, daya, tekanan kompresi, volume total silinder, daya indikatif pada motor diesel satu silinder dengan bahan bakar solar + LPG

3. Untuk menghitung torsi, daya, tekanan kompresi, volume total silinder, daya indikatif pada motor diesel satu silinder dengan bahan bakar solar + gas LPG

## **1.5 MANFAAT PENELITIAN**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Bagi dunia akademik dapat membuktikan pengetahuan tentang penggunaan gasket yang sesuai terhadap unjuk kerja mesin diesel R 180 hopper
2. Bagi dunia akademik dapat membuktikan pengetahuan tentang perbedaan volume total ruang silinder terhadap unjuk kerja motor diesel R 180 hopper
3. Masyarakat memperoleh informasi tentang perbedaan unjuk kerja motor diesel berdasarkan nilai oktan yang lebih tinggi. Sehingga masyarakat menggunakan bahan bakar dengan rasio kompresi motor diesel yang digunakan.

## **1.6 SISTEMATIKA PENULISAN**

Sistematika penulisan penelitian ini, disusun dalam 5 bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

### **BAB 1. PENDAHULUAN**

Meliputi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

### **BAB 2. LANDASAN TEORI**

Bab ini menjelaskan landasan teori tentang motor diesel dan gasket baik pengertian dan rumus daya indikatif berdasarkan volume total silinder. Berdasarkan teori inilah penulis melakukan pengujian variasi gasket Head

Cylinder dengan bahan bakar yang telah di modifikasi sistem injeksinya

### BAB3.METODE PENELITIAN

Bab ini berisikan diagram alir bagaimana penulis untuk mencapai tujuan penelitian ini. Bagian ini meliputi tentang mulai dari langkah-langkah prosedur penelitian dan penyiapan alat dan bahan yang diperlukan.

### BAB4.ANALISA DATA

Bab ini berisi mengenai pengolahan data pengujian data yang diperoleh dari hasil penelitian dan juga grafik dari perhitungan data.

### BAB5.PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil pengujian dan analisa yang telah dilakukan

### DAFTAR PUSTAKA

### LAMPIRAN

## **BAB 2** **TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Pengertian Motor Diesel**

Motor bakar adalah mesin kalor dimana gas panas diperoleh dari proses pembakaran didalam mesin itu sendiri dan langsung dipakai untuk melakukan kerja mekanis, yaitu menjalankan mesin tersebut.

Motor diesel (*diesel engines*) merupakan salah satu bentuk motor pembakaran dalam (*internal combustion engines*) di samping motor bensin dan turbin gas. Motor diesel disebut dengan motor penyalaan kompresi (*compression ignition engines*) karena penyalaan bahan bakarnya diakibatkan oleh suhu kompresi udara dalam ruang bakar. Injection pump adalah sebuah komponen pompa yang digunakan untuk meningkatkan tekanan bahan bakar diesel. Komponen – komponen penting yang ada didalam mesin diesel satu silinder antar lain :

1. kepala silinder / *cylinder head*

kepala silinder merupakan komponen utama mesin yang berada dibagian atas mesin. Kepala silinder berfungsi sebagai ruang tempat terjadinya pembakaran dan tempat kedudukan dari beberapa mekanisme katup.

Didalam kepala silinder terdapat berbagai komponen diantaranya :

- a. tutup / kop katup
- b. tiang klep
- c. mekanisme katup
- d. lubang kopling
- e. saluran masuk / *intake manifold*

f. saluran buang / *exhaust manifold*

2. Blok silinder / *cylinder blok*

Berfungsi sebagai tempat terjadinya proses pembakaran bahan bakar dan udara, dan sebagai tempat Bergeraknya piston dalam melaksanakan proses unjuk kerja mesin.

3. Piston dan Ring piston

Piston berfungsi sebagai untuk memindahkan tenaga yang diperoleh dari hasil pembakaran bahan bakar ke poros engkol (*crank shaft*) melalui batang torak (*connecting rod*).

Ring piston berfungsi sebagai :

- a. Mencegah kebocoran gas bahan bakar saat langkah kompresi dan usaha.
- b. Mencegah masuknya oli keruang bakar.

4. Batang piston / *connecting rod*

Berfungsi untuk menerima tenaga dari piston yang diperoleh dari pembakaran bahan bakar dan meneruskannya ke poros engkol.

5. Poros Engkol/*Crank Shaft*

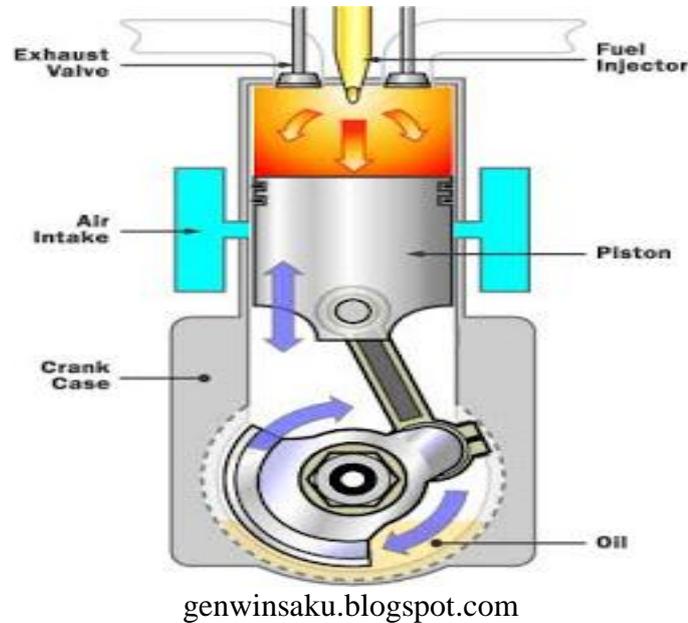
Berfungsi untuk mengubah gerak naik turun torak menjadi gerak berputar

6. Bantalan/*Bearing*

Berfungsi untuk meringankan putaran atau melancarkan putaran pada *noken as, crank shaft, connecting rod* dan komponen lain yang berputar

## 2.2 Jenis – Jenis Motor Bakar

### 2.2.1 Motor Pembakaran Dalam



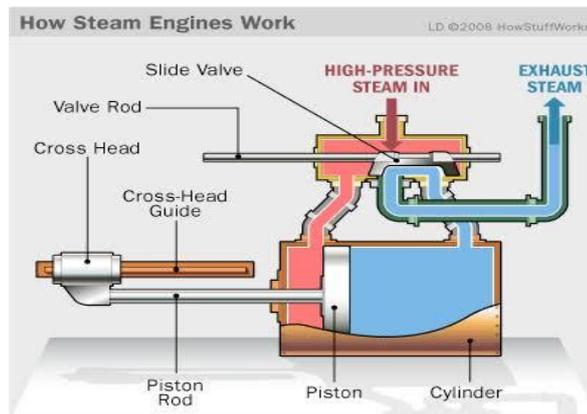
Gambar 2.1 Motor pembakaran dalam

Dari gambar 2.1 menunjukkan motor pembakaran dalam (*Internal Combustion Engine*) di dalam motor bakar terdapat tenaga panas bahan bakar yang diubah menjadi tenaga mekanik, sehingga dalam hal ini merupakan proses pembakaran dalam mesin, di mana zat arang dan zat cair bergabung dengan zat asam dalam udara, jika pembakaran berlangsung maka diperlukan :

1. Bahan bakar dan udara dimasukkan kedalam motor
2. Bahan bakar dipanaskan hingga suhu nyala

Pembakaran ini menimbulkan panas yang menghasilkan tekanan yang kemudian menghasilkan energi mekanik. Contoh aplikasi ini digunakan pada power rendah, misal motor bensin dan diesel.

### 2.2.2 Motor Pembakaran Luar (*External combustion Engine*)



Gambar 2.2 Motor Pembakaran Luar

Merupakan pembakaran yang terjadi di luar sistem (silinder) dan biasa digunakan pada power tinggi, yaitu misalnya pada ketel uap, turbin uap, mesin uap seperti pada gambar 2.2. Pada mesin uap dan turbin uap, bahan bakar dibakar di ruang pembakaran tersendiri dengan ketel untuk menghasilkan uap. Jadi mesinnya tidak digerakkan oleh gas yang terbakar tetapi oleh uap air.

Untuk membuat uap air maka bahan bakar yang dipergunakan dapat berupa batu bara atau kayu dan pembakarannya dilakukan secara terus-menerus. Lagi pula uap tidak dipanasi langsung oleh nyala api, tetapi dengan perantaraan dinding ruang pembakaran, maka dari itu tidak mungkin memanasi uap sampai suhu yang tinggi dan efisiensi termisnya agak rendah. Secara singkat, mesin uap dan turbin uap mempunyai karakter yang hanya dapat dipergunakan sebagai penggerak mula ukuran besar, misalnya lokomotif, kapal, dan power plant dan tidak baik dipergunakan sebagai penggerak generator serbaguna, sepeda motor, kendaraan (mobil), dll.

Jadi pembakaran luar mesin (*external combustion engine*), pembakaran terjadi di luar system yaitu mengubah energi potensial uap menjadi energi kinetic

dan selanjutnya energi kinetic diubah menjadi energi mekanis dalam bentuk putaran ( pada instalasi uap, tenaga thermis dalam bahan bakar, pertama-tama dipergunakan untuk membuat uap Proses kompresi dan dalam kawah uap, untuk itu mesin uap disebut juga pesawat kalor dengan pembakaran luar).

### 2.3 Siklus Termodinamika

Konversi energi yang terjadi pada motor bakar torak berdasarkan pada siklus termodinamika. Proses sebenarnya amat kompleks, sehingga analisa dilakukan pada kondisi ideal dengan fluida kerja udara.

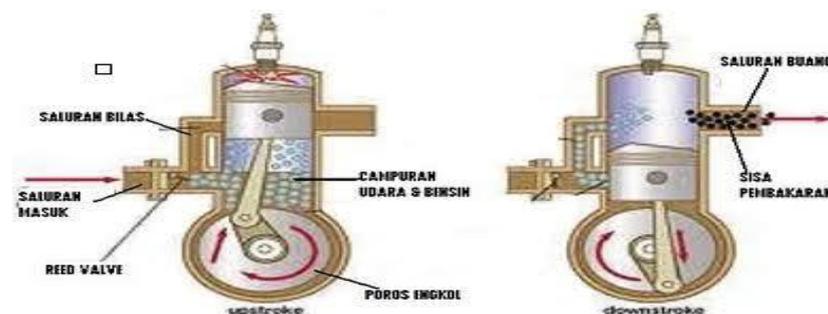
Idealisasi proses tersebut sebagai berikut:

- a. Fluida kerja dari awal proses hingga akhir proses.
- b. Panas jenis dianggap konstan meskipun terjadi perubahan temperatur pada udara. ekspansi berlangsung secara adiabatik, tidak terjadi perpindahan panas antara gas dan dinding silinder.
- d. Sifat-sifat kimia fluida kerja tidak berubah selama siklus berlangsung.
- e. Motor 2 (dua) langkah mempunyai siklus termodinamika yang sama dengan motor 4 (empat) langkah.

### 2.4 Prinsip Kerja Motor Bakar

Motor bakar ditinjau dari prinsip kerjanya dibagi menjadi dua macam, yaitu:

1. Motor 2 Tak (2 Langkah)

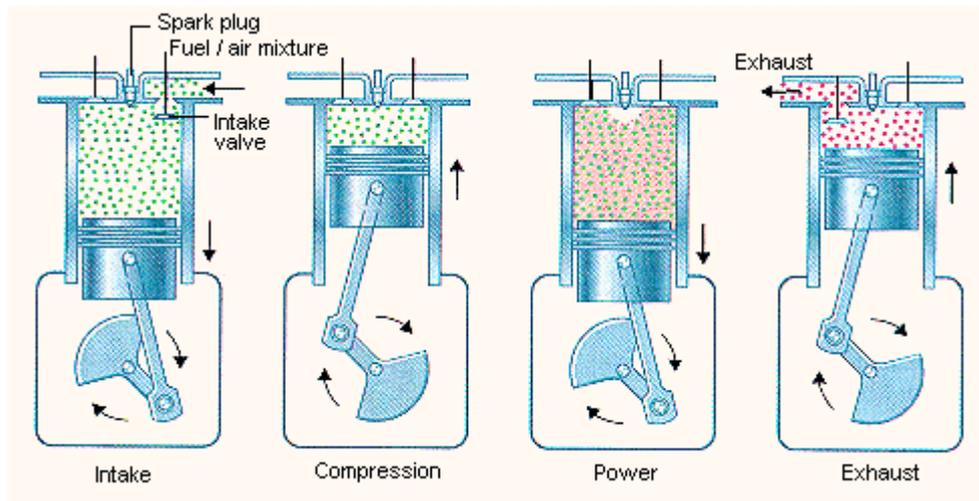


Gambar 2.3 Motor 2 langkah

Motor 2 tak (2 langkah) dibedakan menjadi 2 yaitu untuk motor bensin dan diesel. Prinsip kerjanya hampir sama, yakni melalui 2 langkah yaitu langkah kompresi dan langkah usaha. Dalam melakukan usahanya memerlukan satu kali putaran poros engkol untuk 2 kali langkah torak. Langkah pertama, yaitu merupakan langkah kompresi, dengan torak bergerak ke atas, campuran minyak bahan bakar dan udara dikompresikan dan dibakar dengan bunga api listrik bila torak mencapai titik mati atas (TMA) seperti yang terlihat pada gambar 2.3.

Kevakuman di dalam lemari engkol akan timbul dan campuran minyak bakar maka udara masuk. Langkah kedua yaitu merupakan langkah usaha, torak didorong ke bawah oleh tekanan pembakaran, campuran minyak bakar, udara di dalam lemari engkol dikompresikan bila torak menutup lubang pemasukan.

## 2. Motor 4 tak (4 Langkah)



Gambar 2.4 Motor 4 langkah

Motor 4 tak (4 langkah) dibedakan menjadi 2 yaitu untuk motor bensin dan diesel. Prinsip kerjanya hampir sama, yakni melalui 4 langkah yaitu langkah pemasukan, kompresi, usaha, dan langkah pembuangan. Pada gambar 2.4 menjelaskan bahwa dalam melakukan usahanya memerlukan dua kali putaran

poros engkol untuk 4 kali langkah torak. Langkah pertama yaitu langkah pemasukan, torak bergerak ke bawah, katup masuk membuka, katup buang tertutup, terjadilah kevacuman pada waktu torak bergerak ke bawah, campuran bahan bakar udara mengalir ke dalam silinder melalui lubang katup masuk, campuran bahan bakar udara datang dari karbuarator.

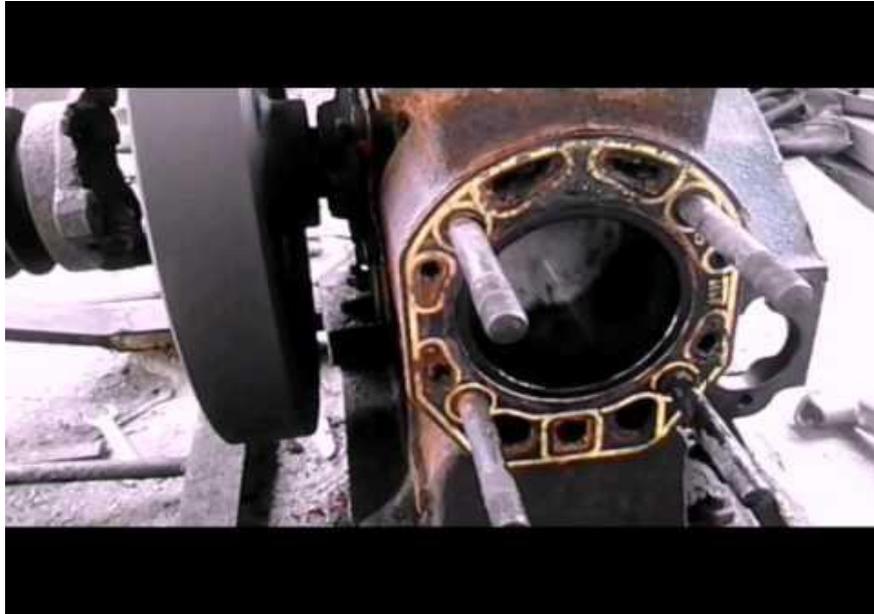
Kemudian, apabila torak berada di titik mati bawah, katup masuk tertutup dan torak bergerak ke atas, katup buang tertutup waktu torak bergerak ke atas. Campuran bahan bakar udara dikompresikan dan bilamana torak telah mencapai titik mati atas campuran dikompresikan sekitar seperdelapan isinya (langkah kompresi).

Bila mana torak telah mencapai titik mati atas campuran minyak bakar udara dibakar dengan bunga api (dari busi), sehingga mengakibatkan tekanan naik hingga mencapai 30-40 kg/cm<sup>2</sup> dan torak didorong ke bawah (langkah usaha). Untuk selanjutnya, yaitu langkah pembuangan, dimana, gas bekas dikeluarkan dari dalam silinder, pembuangan gas berlangsung selama langkah buang (torak bergerak ke atas dan katup buang terbuka).

## **2.5 Blok Silinder**

Silinder liner dan blok silinder merupakan dua bagian yang melekat satu sama lain. Daya sebuah motor biasanya dinyatakan oleh besarnya isi silinder suatu motor. Silinder liner terpasang erat pada blok, dan bahannya tidak sama. Silinder liner dibuat dari bahan yang tahan terhadap gesekan dan panas, sedangkan blok dibuat dari besi tuang yang tahan panas. Pada mulanya, ada yang merancang menjadi satu, sekarang sudah jarang ada. Sekarang dibuat terpisah berarti silinder liner dapat diganti bila keausannya sudah berlebihan. Bahannya dibuat dari besi

tuang kelabu. Bahan blok dipilih agar memenuhi syarat-syarat pemakaian yaitu: Tahan terhadap suhu yang tinggi, dapat menghantarkan panas dengan baik, dan tahan terhadap gesekan.



Gambar 2.5 Blok Silinder

Pada gambar 2.5 menunjukkan bahwa blok silinder merupakan tempat bergerak piston. Tempat piston berada tepat di tengah blok silinder. Silinder liner piston ini dilapisi bahan khusus agar tidak cepat aus akibat gesekan. Meskipun telah mendapat pelumasan yang mencukupi tetapi keausan lubang silinder tetap tak dapat dihindari. Karenanya dalam jangka waktu yang lama keausan tersebut pasti terjadi. Keausan lubang silinder bisa saja terjadi secara tidak merata sehingga dapat berupa keovalan atau ketirusan.

Persyaratan silinder yang baik adalah lubangnya bulat dan licin dari bawah ke atas, setiap dinding-dindingnya tidak terdapat goresan yang biasanya timbul dari pegas ring, pistonnya tidak longgar (tidak melebihi apa yang telah ditentukan), tidak retak ataupun pecah-pecah.

### **2.5.1 komponen di Blok Silinder dan Fungsi Umumnya**

- Water jacket. Pada Blok silinder, terdapat ruang ruang kecil yang disebut water jacket. Water jacket ini sendiri berfungsi sebagai ruang untuk bersirkulasi air yang berguna mendinginkan mesin, lengkapnya ada pada penjelasan sistem pendingin.
- Piston / Torak. Piston / torak berfungsi untuk menghisap gas yang akan dibakar di ruang bakar serta memberikan tekanan pada saat langkah kompresi.
- Ring Piston. Ring piston berfungsi untuk menahan kebocoran pada saat terjadi pembakaran di ruang bakar serta meratakan oli yang ada di dinding blok silinder. penjelasan selengkapnya ada di penjelasan tentang piston
- Gasket kepala silinder berfungsi sebagai perkat antara kepala silinder dan blok silinder yang bertujuan mencegah terjadinya kebocoran gas pembakaran, oli dan air pendingin
- Batang torak / connecting rod. Batang torak atau connecting rod adalah alat yang berfungsi sebagai penghubung piston dengan sumbu engkol / crank shaft.
- Sumbu engkol / CrankShaft. Sumbu engkol berfungsi sebagai komponen untuk mengubah tenaga vertical ( dari atas ke bawah ) yang dihasilkan piston menjadi tenaga rotari ( berputar )
- Pulley CrankShaft. Pulley Crank shaft berfungsi sebagai poros dimana dihubungkan dengan poros lain seperti pulley Cam Shaft, alternator, untuk memberikan tenaga putaran.
- Metal. Fungsi dari metal adalah melapisi atau menjadi bantalan untuk stang piston dan berfungsi untuk menjadi bantalan ketika Crankshaft berputar..sebetulnya metal sendiri terdapat dua jenis yakni metal jalan dan metal duduk.

- Fly Wheel / Roda Gila. Fly Wheel berfungsi untuk meneruskan tenaga yang dihasilkan oleh mesin ke sistem pemindah daya seperti kopling, transmisi, dan ploverer skaft.

## **2.6 Gasket head silinder**

Salah satu Komponen pada mesin yang tidak boleh terlupakan adalah gasket head silinder. Gasket ini berada diantara kepala silinder dengan blok silinder. Hal ini karena fungsinya adalah sebagai perekat antara kepala silinder agar tidak terjadi kebocoran gas, air pendingin dan oli. Dengan dipasangi gasket maka akan membuat rapat antara kepala silinder, tanpa gasket akan terjadi kebocoran air pendingin.

Ada beberapa kasus yang disebabkan oleh kerusakan gasket kepala silinder seperti :

- Mesin tidak bertenaga karena terjadi kebocoran gas (kebocoran tekanan kompresi)
- Oli bercampur dengan air pendingin yang berakibat pada kerusakan komponen yang lain.

## **2.7 gasket**

Gasket adalah materi atau gabungan dari beberapa materi yang diapit diantara dua sambungan mekanis yang dapat dipisah. Fungsi utamadari gasket adalah untuk mencegah kebocoran selama jangka waktu tertentu. Gasket dipakai harus menghindari kebocoran pada penggunaan, tahan terhadap parts yang dilindungi dan bisa tahan dan tekanan dan tempratur operasi yang sangat tinggi. Dalam prakteknya, gasket dan sambungannya harus bekerja sama. Oleh karena itu, sistem tersebut harus dikaji secara integratif untuk mengetahui kemampuan

selingannya. Dalam pemakain gasket biasanya digunakan pada sambungan komponen – komponen sambungan pada motor bakar. Penggantian gasket biasanya dilakukan atas dasar lama pemakain yang bisa dinyatakan dalam jam kerja ataupun jam operasi. Bisa juga penggantian gasket dilakukan setelah sambungan gasket tersebut mengalami kebocoran. Adapun keuntungan penambahan gasket head silinder pada pengujian yaitu :

1. panjang langkah bertambah
2. kompresi bertambah
3. volume total meningkat dan
4. torsi dan daya

adapun kerugian penambahan gasket head silinder pada pengujian yaitu :

1. konsumsi bahan bakar meningkat
2. terjadinya kebocoran oli
3. kebengkokan pada katup

### **2.7.1 Bahan Pembuat Gasket**

Secara umum, bahan dasar gasket ada tiga jenis, yaitu metal, nonmetal, dan setengah metal. Gasket metal dari tembaga, alumunium atau kuningan. Gasket nonmetal biasanyan dibuat dari asbes, karet dan kertas. Untuk bahan metal dan non metal. Secara rinci, bahan pembuat gasket adalah rubber gasket, banyak sekali jenis gasket yang menggunakan bahan rubber sheet atau lembaran karet, seperti neopren, fluorocarbon, red rubber, aflas dan silicone.

Viton gasket banyak digunakan untuk sistem dimana terdapat bahan kimia yang bersifat asam atau basa, hidrokarbon dan minyak, baik nabati maupun hewani.

PTFE (polytetrafluoroethylene) merupakan gasket yang paling banyak dikenal, karena bersifat multi fungsi memiliki ketahanan yang baik terhadap berbagai bahan kimia, termasuk hidrogen peroksida.

Graphite gasket : graphite fleksibel tahan terhadap panas. Selain itu, gasket jenis ini juga tahan pada kondisi sangat asam dan basa. EPDM (ethilene propylene diene monomer (M-class) gasket dengan material EPDM tahan terhadap ozon, sinar ultra violet, minyak alami dan berbagai jenis bahan kimia (bickford, john H, marcel dekker, 1995 dan latte, Dr. Jorge dan rossi, claudio high temprature behavior of compressed fiber gasket materials, and an alternative approach to prediction of gasket life1995). Adapun gasket yang digunakan dalam penelitian ini adalah graphite gasket atau sejenis kertas TBA firefly dengan ketebalan 0,80mm

## **2.8 Bahan Bakar**

Bahan bakar yang dipergunakan motor bakar dapat diklasifikasikan dalam tiga kelompok yakni : berwujud gas, cair dan padat. Bahan bakar (*fuel*) adalah segala sesuatu yang dapat dibakar misalnya kertas, kain, batu bara, minyak tanah, bensin. Untuk melakukan pembakaran diperlukan 3 (tiga) unsur, yaitu:

1. Bahan bakar
2. Udara
3. Suhu untuk memulai pembakaran

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

1. Proses pembakaran bahan bakar dalam silinder harus secepat mungkin dan panas yang dihasilkan harus tinggi.

2. Bahan bakar yang digunakan harus tidak meninggalkan endapan atau deposit setelah pembakaran karena akan menyebabkan kerusakan pada dinding silinder.
3. Gas sisa pembakaran harus tidak berbahaya pada saat dilepas ke atmosfer.

## **2.9 Jenis Bahan Bakar**

### **2.9.1 Solar**

Solar adalah salah satu jenis bahan bakar yang dihasilkan dari proses pengolahan minyak bumi, pada dasarnya minyak mentah dipisahkan fraksi-fraksinya pada proses destilasi sehingga dihasilkan fraksi solar dengan titik didih 250°C sampai 300°C. Kualitas solar dinyatakan dengan bilangan *cetane* (pada bensin disebut oktan), yaitu bilangan yang menunjukkan kemampuan solar mengalami pembakaran di dalam mesin serta kemampuan mengontrol jumlah ketukan (*knocking*), semakin tinggi bilangan cetane pada solar maka kualitas solar akan semakin bagus.

Sebagai bahan bakar, tentunya solar memiliki karakteristik tertentu sama halnya dengan jenis bahan bakar lainnya. berikut karakteristik yang dimiliki fraksi solar:

1. Memiliki kandungan sulfur yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan bensin dan kerosen.
2. Memiliki flash point (titik nyala) sekitar 40°C sampai 100°C.
3. Tidak berwarna atau terkadang berwarna kekuning-kuningan dan berbau.
4. Menimbulkan panas yang tinggi sekitar 10.900 kkal/kg. (*Berkah Fajar, Sudargana : 2007*)
5. Terbakar spontan pada temperatur 300°C.

Pada umumnya solar digunakan sebagai bahan bakar kendaraan bermesin diesel ataupun peralatan-peralatan industri lainnya. Agar menghasilkan pembakaran yang baik, solar memiliki syarat-syarat agar memenuhi standar yang telah ditentukan. Berikut persyaratan yang menentukan kualitas solar:

- Tidak mudah mengalami pembekuan pada suhu yang dingin.
- Mudah terbakar.
- Memiliki sifat anti knocking dan membuat mesin bekerja dengan lembut.
- Solar harus memiliki kekentalan yang memadai agar dapat disemprotkan oleh ejector di dalam mesin.
- Memiliki kandungan sulfur sekecil mungkin, agar tidak berdampak buruk bagi mesin kendaraan serta tidak menimbulkan polusi.
- Tetap stabil atau tidak mengalami perubahan struktur, bentuk dan warna dalam proses penyimpanan.

Tabel 2.1 Propertise bahan bakar solar

NO.	Properties	Unit	Limit	
			Min	Max
1.	Density pada 15 °C	Kg/m <sup>3</sup>	815	870
2.	Angka Cetane	-	45	-
3.	Index Cetane	-	48	-
4.	Visc. Kinematik pada 40 °C	mm <sup>2</sup> /sec	2.0	5.0
5.	Titik Didih	°C	-	18
6.	Titik Nyala	°C	60	-
7.	Distilasi : T95	°C	-	370
8.	Kandungan Belerang	% massa	-	0.35
9.	Korosi Copper	Merit	-	No. 1
10.	Residu Konradson Carbon	Merit	-	No. 1
11.	Kandungan Abu	% m/m	-	0.01

12.	Kandungan Air	Mg/kg	-	500
13.	Partikulat	Mg/l	-	0.01
14.	Angka Asam Kuat	mgKOH/g	-	-
15.	Total Asam Kuat	mgKOH/g	-	0.6
16.	Warna	No. ASTM	-	3.0
17.	API Gravity pada 15 <sup>0</sup> C	-	-	-

Sumber : (Dicky Yoko Exyoryanto, Bambang Sudarmanta. 2016 , 2)

### 2.9.2 Gas LPG (*Liquefied Petroleum Gas*)

LPG (*liquified petroleum gas*), adalah campuran dari berbagai unsur hidrokarbon yang berasal dari gas alam. Dengan menambah tekanan dan menurunkan suhunya, gas berubah menjadi cair. Komponennya didominasi propana (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>) dan butane (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>). Elpiji juga mengandung hidrokarbon ringan lain dalam jumlah kecil, misalnya etana (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>) dan pentana (C<sub>5</sub>H<sub>12</sub>). Sifat LPG terutama adalah sebagai berikut:

- 1) Cairan dan gasnya sangat mudah terbakar.
- 2) Gas tidak beracun, tidak berwarna dan biasanya berbau menyengat.
- 3) Gas dikirimkan sebagai cairan yang bertekanan di dalam tangki atau silinder.
- 4) Cairan dapat menguap jika dilepas dan menyebar dengan cepat.
- 5) Gas ini lebih berat dibanding udara sehingga akan banyak menempati daerah yang rendah.

LPG (*liquefied petroleum gas*) terdiri dari campuran utama propan dan butan dengan sedikit persentase hidrokarbon tidak jenuh (propilen dan butilen) dan beberapa fraksi C<sub>2</sub> yang lebih ringan dan C<sub>5</sub> yang lebih berat. Senyawa yang terdapat dalam LPG adalah propan (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>), propilen (C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>), normal dan iso-butan (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>) dan butilen (C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>). LPG merupakan campuran dari hidrokarbon

tersebut yang terbentuk gas pada tekanan atmosfer, namun dapat diembunkan menjadi bentuk cair pada suhu normal, dengan tekanan yang cukup besar. Walaupun digunakan sebagai gas, namun untuk kemudahannya disimpan dan ditransport dalam bentuk cair dengan tertentu.

LPG Pertamina yang dipasarkan dalam kemasan tabung (3 kg, 6 kg, 12 kg, 50 kg) dan curah merupakan LPG campuran, dengan komposisi  $\pm 30\%$  *propana* dan  $70\%$  *butane*. Varian lain adalah LPG Odourless (tidak berbau). Zat mercaptan biasanya ditambahkan kepada LPG untuk memberikan bau yang khas, sehingga kebocoran gas dapat dideteksi dengan cepat.

Adapun karakteristik dari bahan bakar LPG yaitu :

1. Berbentuk cair / bertekanan yang disimpan dalam tabung dengan berat jenis  $0,555 - 0,584 \text{ kg/m}^3$ .
2. Tingkat polusi dan gas buang rendah.
3. Tidak meninggalkan residu apabila menguap.
4. Bersih, tidak mengandung racun, tidak berwarna, mudah menyala dan aman dalam pengangkutan dan penyimpanan .
5. Gas LPG diudara terbuka mempunyai sifat lebih berat dari udara sehingga cenderung merambat kebawah permukaan tanah.
6. Untuk keselamatan gas LPG di tambahkan zat pembau (merkaptan) sehingga baunya menusuk hidung pertanda tabung bocor.
7. Nilai kalor gas LPG  $11.245 \text{ kkal/kg}$ . (W. Djoko Yudisworo 2014 : 4)

Tabel 2.3. Spesifikasi Bahan Bakar LPG ( *liquefied petroleum gas*)

NO.	ANALISA	METODA	MIN	MAX
1.	Spesific Gravity 60 / 60 °F	ASTMD - 1657	To Be Reported	
2.	Komposisi :	ASTMD - 2163		
	C2 % vol		-	0.8
	C3 + C4 % vol		97.0	-
	C5 + (C5 and heavier) % vol		-	2.0
3.	R.V.P at 100 °F psig	ASTMD - 1267	-	145
4.	Weathering Test at 36 °F %vol	ASTMD - 1837	95	-
5.	Total Sulphur grains/100 cult	ASTMD - 2784	-	15 +)
6.	Copper Corrosion 1 hours/100 °F	ASTMD - 1838	-	No. 1
7.	Ethyl of Buthyl Mercaptan Added mL / 1000 AG		50 *)	
8.	Water Content	Visual	No free water	

Sumber : (Ref. dirjen Migas no. 26525.K/10/DJM.S/2009)

## 2.10 Parameter Unjuk Kerja Motor Bakar

Unjuk kerja motor bakar dapat dicari dengan membaca dan menganalisa parameter yang tertulis didalam sebuah laporan yang berfungsi untuk mengetahui nilai dari volume total head cylinder dan daya indikatif, dari mesin tersebut. Adapun parameter-parameter yang dipergunakan sebagai berikut :

### 2.10.1. Torsi

Torsi atau momen puntir adalah suatu ukuran kemampuan motor menghasilkan kerja. Didalam prakteknya torsi motor berguna pada waktu kendaraan akan bergerak (*start*) atau sewaktu mempercepat laju kendaraan, dan tenaga berguna untuk memperoleh kecepatan tinggi. Besarnya torsi (T) akansama, berubah-ubah atau berlipat, torsi timbul akibat adanya gaya tangensial pada jarak

dari sumbu putaran. Untuk sebuah mesin yang beroperasi dengan kecepatan tertentu dan meneruskan daya.

Jika torsi menyatakan ukuran kemampuan motor untuk melakukan kerja, maka daya adalah istilah yang digunakan untuk menyatakan seberapa besar kerja yang dapat dilakukan dalam suatu periode waktu tertentu. Jadi daya menyatakan ukuran kelajuan dimana kerja dilakukan. Dengan kata lain, jika torsi menentukan apakah suatu motor dapat menggerakkan kendaraan melalui suatu rintangan, maka daya menentukan seberapa cepat kendaraan melintasi rintangan itu, yang besarnya dapat ditentukan dibawah ini :

$$T = F \times r \quad (2.1)$$

### **2.10.2 Daya**

Daya dapat didefinisikan sebagai tingkat kerja dari mesin. Daya efektif atau daya rem (*Brake Power*), dalam prakteknya untuk mengukur daya efektif atau rem dari suatu motor adalah dengan mengukur besarnya momen puntir poros motor bakar tersebut. Torsi dan daya adalah ukuran yang menggambarkan output kinerja dari motor pembakaran dalam. Kedua parameter ini menjelaskan dua elemen kinerja yang berbeda, tergantung penggunaan kendaraan. Jadi pada saat merancang kendaraan, produsen harus mempertimbangkan kendaraan akan digunakan untuk apa. Sebagai contoh, sebuah mobil sport mungkin memerlukan daya yang besar, namun karena ringan maka tidak selalu memerlukan jumlah torsi yang besar. Sebaliknya, kendaraan yang dirancang untuk membawa beban berat, mungkin memerlukan torsi yang besar tetapi dengan daya yang lebih kecil.

Untuk memperoleh daya yang lebih besar dapat dilakukan dengan meningkatkan volume langkah atau kecepatan. Meningkatkan volume langkah

berarti meningkatkan massa motor dan kebutuhan ruang. Keduanya bertentangan dengan kecenderungan desain motor masa kini. Karena alasan ini, motor modern dibuat lebih kecil tetapi dapat berputar dengan kecepatan lebih tinggi. Jadi untuk perhitungan daya efektif atau rem menjadi sebagai berikut :

$$P_B = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60000} T \quad (2.2)$$

### 2.10.3 Volume cylinder

Pada mesin kendaraan, baik sepeda motor maupun motor diesel dibuat silinder dengan ukuran volume berbeda, besar kecilnya volume silinder sangat mempengaruhi daya yang dihasilkan oleh mesin itu sendiri. Volume silinder adalah besarnya volume langkah ( piston displacement ) ditambah volume ruang bakar. Volume langkah adalah volume di atas piston pada saat piston berada di TMA, juga disebut volume sisa. Besarnya volume langkah adalah luas lingkaran piston dikalikan panjang langkah piston, persamaannya

Rumusnya dapat ditulis :

$$VL = \frac{\pi}{4} D^2 \times L \quad (2.3)$$

### 2.10.2 Daya Indikatif

Daya indikatif adalah daya yang dihasilkan gas di dalam silinder. Proses ini terjadi ketika torak bergerak ke TMA katup hisap dan katup buang tertutup sehingga terjadi kompresi, pada saat itu terjadilah yang dinamakan daya indikatif atau proses kompresi, dimana

Rumusnya dapat di tulis :

$$N_i = \frac{(P_i \times VL \times n \times z \times a)}{450000} \quad (2.4)$$

## **2.11 Sistem Bahan Bakar Ganda**

Prinsip kerja dari sistem bahan bakar ganda ini yaitu bahan bakar gas dicampur dengan udara dalam silinder mesin baik melalui pencampuran langsung di dalam intake manifold dengan udara atau melalui suntikan langsung ke dalam silinder. Sebuah mesin bahan bakar ganda pada dasarnya adalah mesin diesel yang dimodifikasi dimana bahan bakar gas, disebut bahan bakar utama, yang dicampur bersama udara yang akan masuk melalui intake manifold. Bahan bakar ini adalah sumber utama energy input ke mesin. Bahan bakar gas utama dikompresi dengan udara, bahan bakar gas memiliki temperature terbakar sendiri lebih tinggi dibandingkan minyak solar. Sedangkan bahan bakar diesel, biasanya disebut pilot fuel, di injeksi seperti pada mesin diesel biasa di dekat akhir kompresi primer campuran bahan bakar udara. Bahan bakar pilot diesel merupakan yang melakukan pengapian pertama dan bertindak sebagai sumber pengapian untuk pembakaran dari campuran bahan bakar gas.

### BAB 3 METODE PENELITIAN

Metode ini menggunakan metode eksperimental, yaitu dengan melakukan serangkaian pengujian variasi gasket *Head Cylinder* yang meliputi volume total head silinder, torsi, daya dan daya indikatif. Penelitian ini menggunakan 2 variasi bahan bakar yaitu solar murni, solar + LPG

#### 3.1 Tempat dan Waktu

##### 3.1.1 Tempat

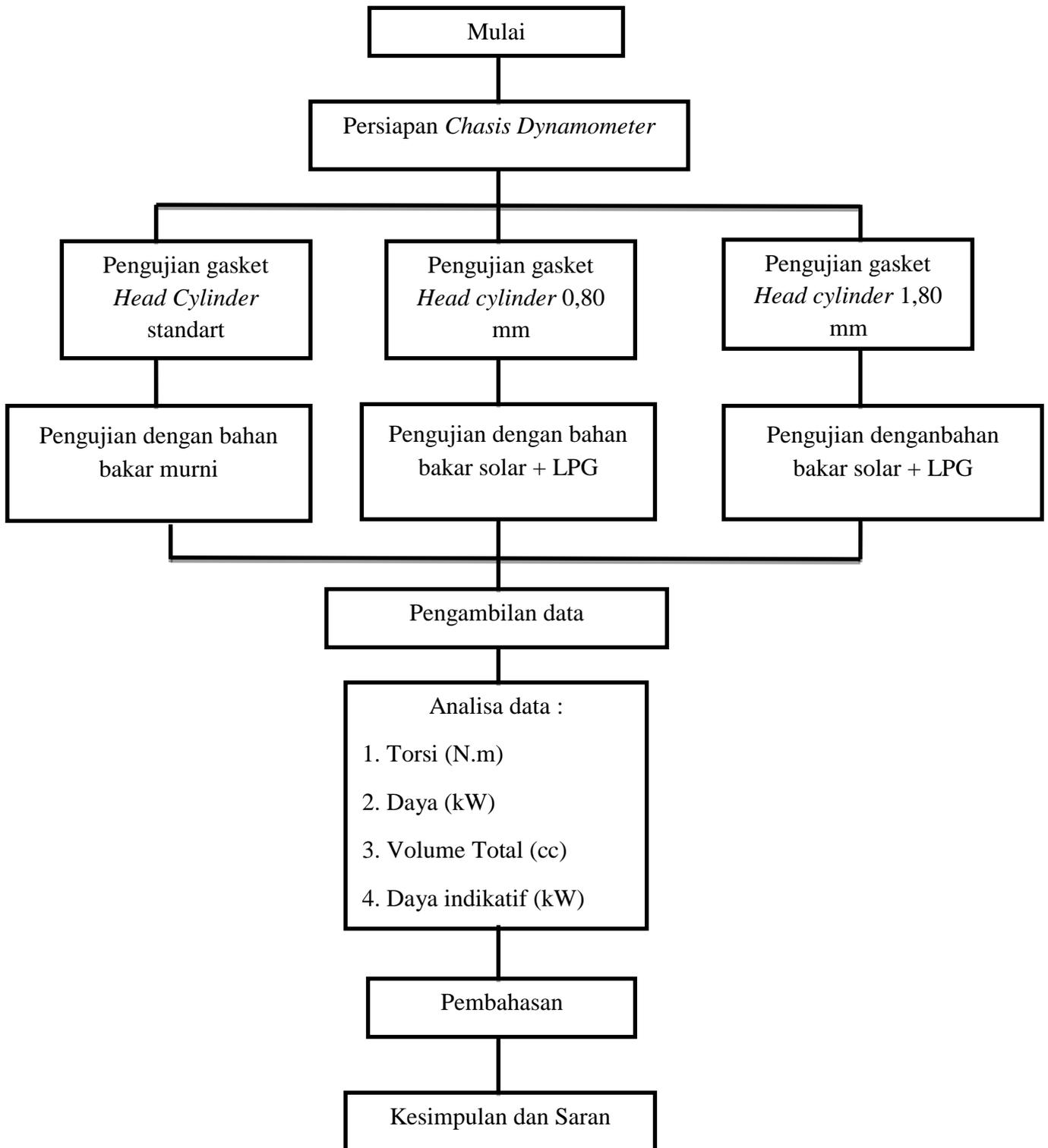
Tempat pengujian dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Jl. Kapten Mukhtar Basri, Ba No. 3 Medan – 20238 Telp. 061-6622400 Ext.12.

##### 3.1.2 Waktu

N o	KEGIATAN	BULAN (2017-2018)															
		8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	ACC Judul																
2	Pembuatan proposal																
3	Pembuatan leher mixer intake manifold																
4	Pembuatan brake dynamometer																
5	Pengujian Alat																
6	Pengerjaan laporan																
7	Seminar																
8	Sidang																

### 3.2 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 3.1 Flowchart konsep penelitian

### 3.3 Spesifikasi Mesin

Mesin yang digunakan untuk penelitian tugas akhir ini adalah mesin diesel silinder tunggal yang bermerk Misaka R180 dan Spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 3.1 Spesifikasi Mesin Misaka R180

Merk	Misaka R180
Jumlah silinder	Satu silinder
Diameter x langkah (mm)	80mm x 80mm
Sistem pembakaran	Indirect
Isi silinder (cc)	402cc
Tenaga maksimum (HP/rpm)	8 HP/ 2600
Tenaga rata – rata (HP/RPM)	7,5 HP/2600
Perbandingan kompresi	21:1
System pendingin	Air dengan Hopper
Jenis oil	SAE 40 Jenis diesel
Cara menghidupkan	Dengan egkol
Ukuran peti (PxLxT)mm	380x590x550

### 3.4 Bahan dan Alat

#### 3.4.1 Bahan

Bahan yang digunakan menjadi objek pengujian ini adalah Alat dan bahan yang digunakan yaitu :

1. Gasket *Head Cylinder* dengan ketebalan 0,80 mm



Gambar 3.2 Gasket *Head Cylinder*

2. Gasket *Head Cylinder* dengan ketebalan 1,80 mm



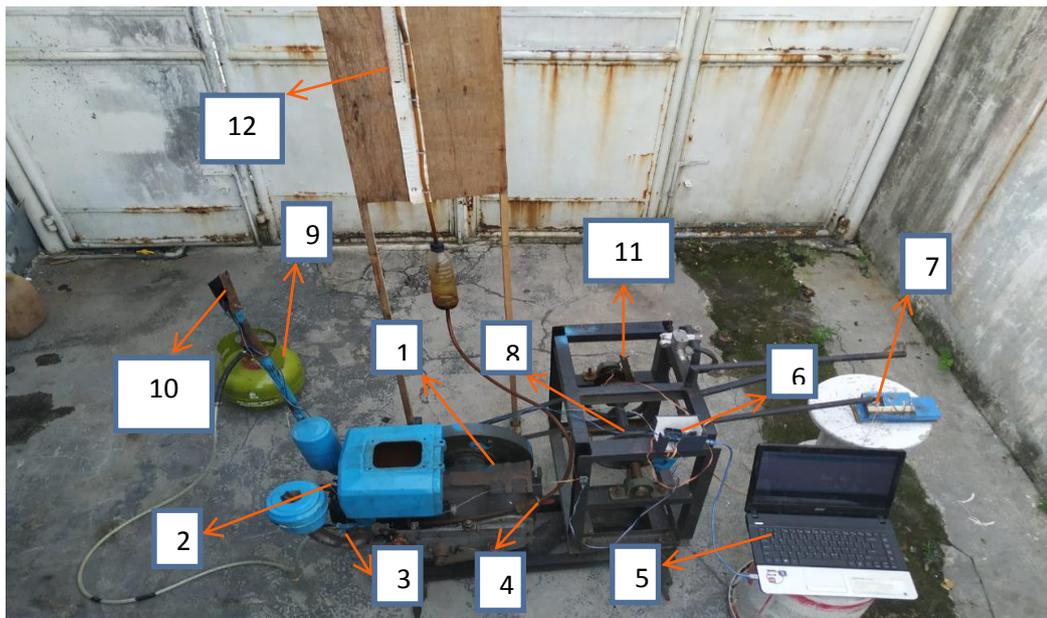
Gambar 3.3 Gasket *Head Cylinder* 1,80 mm

### 3.4.2 Alat

Alat yang digunakan dalam eksperimental ini yaitu :

#### 1. Eksperimental Set Up

Ekperimental set up yang digunakan pada penelitian variasi pada gasket *head cylinder* adalah desain alat yang sederhana. Alat yang dibuat untuk menambah volume total silinder, setelah adanya penambahan jarak panjang langkah piston. Desain alat dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.4 Desain Alat

Keterangan :

- |                                  |                                    |
|----------------------------------|------------------------------------|
| 1. Mesin diesel silinder tunggal | 7. <i>Load cell</i> (sensor rpm)   |
| 2. Injeksi pump                  | 8. <i>Brake dynamometer</i>        |
| 3. Mixer gas LPG                 | 9. Tabung gas LPG                  |
| 4. Keran <i>on-off</i>           | 10. Sensor Emisi gas buang         |
| 5. Laptop                        | 11. Sensor rpm                     |
| 6. Arduino Uno                   | 12. Pengukur permukaan bahan bakar |

## 2. Mesin diesel silinder tunggal

Mesin diesel silinder tunggal berfungsi sebagai alat uji untuk pengujian gasket yang telah divariasikan



Gambar 3.5 Mesin diesel silinder tunggal

## 3. Blok silinder mesin diesel Misaka R180 Hopper

Berfungsi sebagai tempat piston dan sebagai tempat terjadinya unjuk kerja mesin



Gambar 3.6 Cylinder head

#### 4. jangka sorong

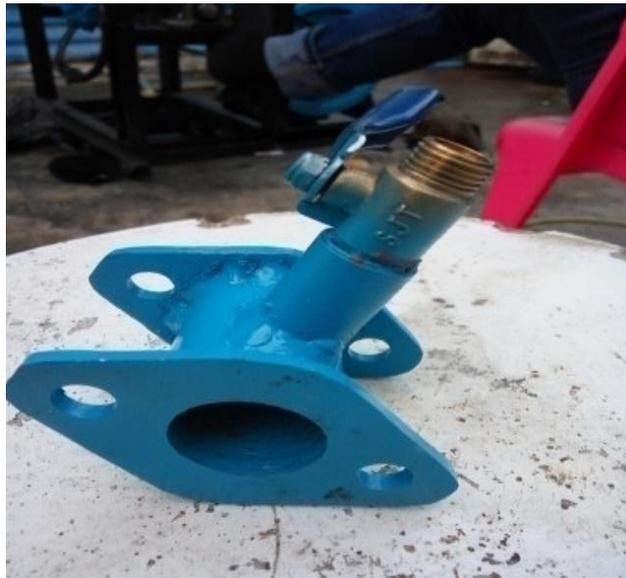
Berfungsi untuk mengukur diameter dan kedalaman benda kerja



Gambar 3.7 jangka sorong

#### 5. Mixer gas

Berfungsi untuk mencampur gas lpg dan udara di intake manifold



Gambar 3.8 Mixer gas lpg

## 6. Brake dynamometer

Berfungsi sebagai untuk pengujian torsi dan daya pada mesin misaka R180



Gambar 3.9 Brake dynamometer

## 7. Alat ukur konsumsi bahan bakar

Berfungsi untuk mengukur atau menghitung konsumsi bahan bakar solar



Gambar 3.10Alat ukur konsumsi bahan bakar

## **8. Regulator**

berfungsi untuk mengatur besar keluarnya gas lpg yang masuk ke intake manifold



Gambar 3.11 Regulator

## **9. kunci – kunci dan alat pendukung**

berfungsi untuk membuka, mengukur panjang, mengikat baut komponen yang akan dilakukan proses pengujian



Gambar 3.12 kunci – kunci dan alat pendukung

#### **10. keran minyak solar**

Berfungsi mengatur besar kecilnya debit solar yang masuk



Gambar 3.13 keran minyak solar

### 11. Tabung Gas lpg

Berfungsi sebagai wadah gas lpg atau bahan bakar tambahan yang digunakan saat proses pengujian



Gambar 3.14 Bahan bakar gas lpg

### 12. Rpm Sensor

Berfungsi sebagai alat ukur untuk mengetahui putaran mesin per menit

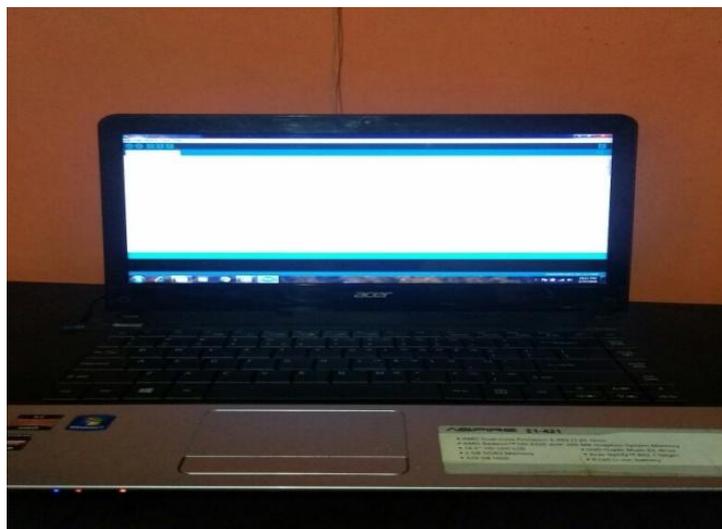
FC-03



Gambar 3.15 Rpm sensor

### 13. Laptop

Laptop berfungsi sebagai alat melakukan pemrograman pada arduino untuk menjalankan perintah ke sensor – sensor agar mendapatkan daata yang di uji



Gambar 3.16 laptop

### 14. Arduino Uno

Arduino UNO berfungsi untuk memuat semua yang dibutuhkan untuk mendukung microcontroller, dengan cara dihubungkan dengan computer menggunakan kabel USB.



Gambar 3.17 Arduino Uno

## 15. Software Arduino

Software arduino berfungsi untuk memprogram arduino Rpm sensor dan mengetahui putaran mesin permenit.



Gambar 3.18 Software Arduino

## 16. Compression test

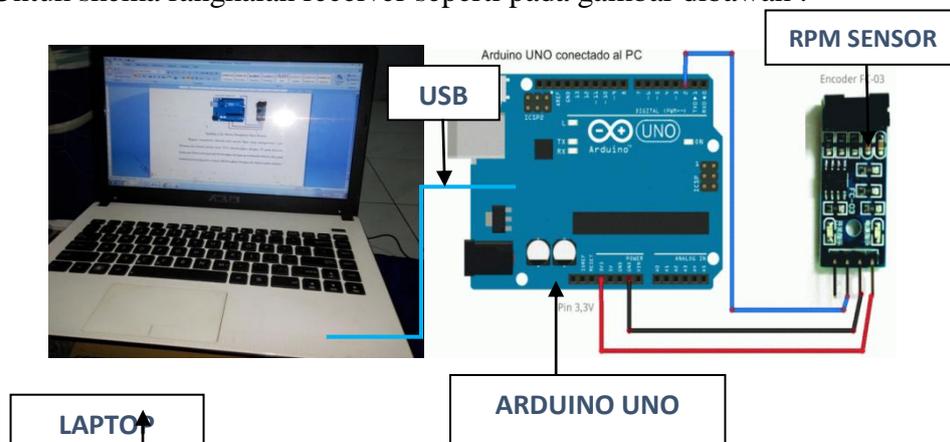
Berfungsi untuk mengukur tekanan indikatif atau tekanan yang terjadi dalam ruang bakar saat mesin mati



Gambar 3.19 Compression test

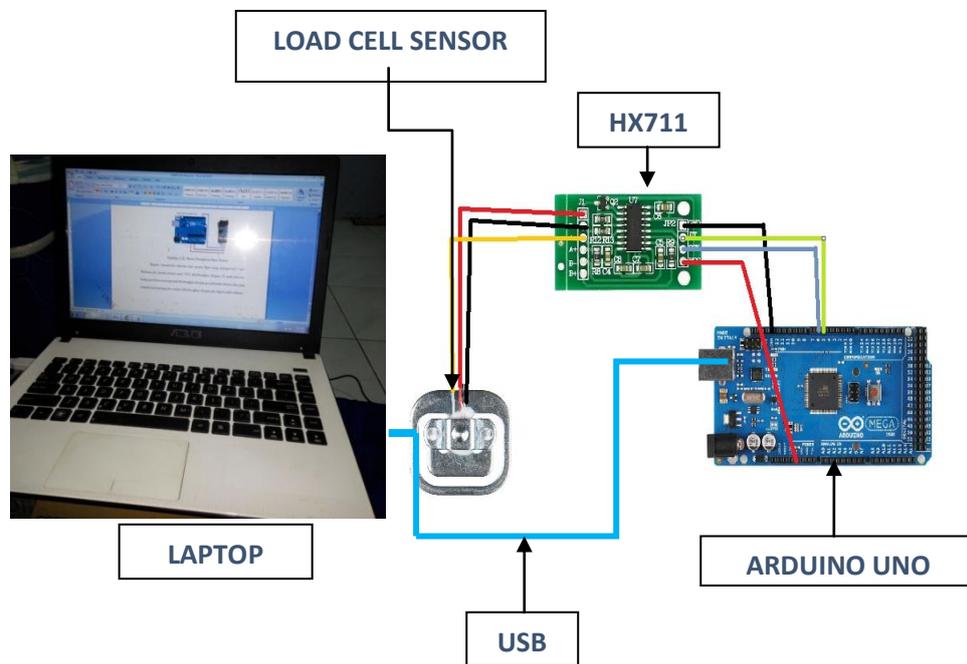
### 3.5 Skema Rangkaian RPM Sensor Dengan Arduino Uno

Rangkaian pada Rpm sensor terhadap arduino digunakan rangkaian receiver, dimana receiver terdiri dari receiver modul yang akan menerima data kemudian diolah di microcontroller arduino uno kedua yang akan di display pada laptop. Untuk skema rangkaian receiver seperti pada gambar dibawah :



Gambar 3.20 Skema Rangkaian rpm Sensor

Bagian transmitter dimulai dari sensor Rpm yang mempunyai 3 pin. Pertama pin merah sensor yaitu VCC dihubungkan dengan 5V pada arduino, kedua pin hitam yaitu ground dihubungkan dengan ground pada arduino, dan yang terakhir pin biru yaitu output dihubungkan dengan pin digital pada arduino.



Gambar 3.21 Skema Rangkaian Load Cell Sensor

Bagian transmitter dimulai dari sensor Load Cell yang mempunyai 3 pin yang dihubungkan pada HX711 yang fungsinya sebagai komponen pendukung pada load cell sensor. Pertama pin merah sensor yaitu VCC dihubungkan dengan E+ pada HX711 yang kemudian dihubungkan kembali ke 5V pada arduino, kedua pin hitam yaitu ground dihubungkan dengan E- pada HX711 yang kemudian dihubungkan kembali ke ground pada arduino, dan yang ketiga pin kuning yaitu output dihubungkan dengan A- pada HX711 yang kemudian dihubungkan kembali ke pin digital pada arduino.

### 3.6 Pengujian dan Teknik Pengambilan Data

Untuk melakukan analisa unjuk kerja dari mesin, maka dilakukan pengumpulan data dengan pembukaan engine dan melakukan pengukuran terhadap engine,serta parameter-parameter yang dibutuhkan dalam mesin diesel satu silinder, antara lain

1. Menguji mesin diesel satu silinder dengan gasket standart kondisi ini dinamakan step 1.
2. Melakukan pengujian untuk pengambilan data dari peforma mesin diesel satu silinder.
3. Setelah melakukan pengujian pertama selesai, Melakukan pengujian dengan gasket standart dan penambahan gasket 0,80 mm lalu mengoperasikan mesin dengan menggunakan bahan bakar solar kemudian menambahkan gas lpg ke *intake manifold* dari step1 menjadi step 2.
4. Melakukan pengujian untuk pengambilan data dari peforma mesin diesel satu silinder.
5. Setelah melakukan pengujian kedua selesai, Mengembalikangasketke kondisi standart lalu menambahkan gasket 1,80mmlalu mengoperasikan mesin dengan menggunakan bahan bakar solar + LPG
6. Melakukan pengujian untuk pengambilan data dari peforma mesin diesel satu silinder.

## BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Penelitian

Hasil penelitian diambil dari alat *compression test* dan jangka sorong dengan menggunakan mesin diesel Misaka R180 Hopper. Parameter penelitian adalah volume total dan daya indikatif dengan gasket head cylinder standart, variasi penambahan gasket head cylinder dengan bahan bakar solar dan lpg

Pengambilan data dilakukan dalam beberapa variasi yaitu gasket standart 1,80 mm penambahan gasket 0,80 mm dan 1,80 mm maka akan diketahui seberapa besar perbedaan Torsi, daya, Volume total dan daya indikatif yang dihasilkan dari tiap – tiap variasi *gasket cylinder head* dan bahan bakar yang digunakan. Pengujian dilakukan 4 kali tiap putaran mesin, setelah itu dirata – rata kan kemudian diperoleh hasilnya.

### 4.2. Perhitungan Pada Gasket Standart terhadap pembebanan 3kg dengan putaran mesin 800 rpm sampai 2300 rpm menggunakan solar murni

Data survey yang diketahui :

Panjang lengan <i>Dynamometer</i> ( m)	r	= 0,50 m
Jumlah silinder	N	= 1 silinder
Diameter Torak	D	= 80 mm
Panjang langkah	L	= 80 mm
1 Bar		= 1,02 Kg / cm <sup>2</sup>
Tekanan kompresi		= 21 Bar
Tekanan Indikator rata-rata	Pi	= 10,71 Kg / cm <sup>2</sup>

Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian

Bahan Bakar	Beban (kg)	Putaran Mesin (rpm)	Tekanan indicator rata-rata
Solar Murni	3,14	847	10,71 Kg / cm <sup>2</sup>
Solar Murni	3,12	1367	10,71 Kg / cm <sup>2</sup>
Solar Murni	3,18	1844	10,71 Kg / cm <sup>2</sup>
Solar Murni	3,15	2343	10,71 Kg / cm <sup>2</sup>

#### 4.2.1 Perhitungan Volume Total Gasket Standart

Untuk mengetahui volume total silinder standart digunakan persamaan sebagai berikut

$$VL = \pi / 4 \times D^2 \times L$$

Maka :

$$VL = 3,14 / 4 \times (80mm)^2 \times 80,00mm = 401920mm^3$$

$$VL = 401920mm^3 \text{ di ubah ke cc maka dibagi 1000}$$

$$VL = 401,92cc$$

#### 4.2.2 Torsi ( T )

Untuk mengetahui Torsi putaran mesin dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$T = F \times r$$

a. Pada putaran 800 rpm

Dimana :

$$F = \text{Gaya (3,14 kg = 30,79 N Tabel data hasil pengujian)}$$

$$r = \text{Jarak benda kepusat rotasi (0,50 m Data survei)}$$

Maka :

$$\begin{aligned} T &= 30,79 \text{ N} \times 0,50 \text{ m} \\ &= 15,39 \text{ N.m} \end{aligned}$$

b. Pada putaran 1300 rpm

Dimana :

$$F = \text{Gaya (3,12 kg = 30,59 N Tabel data hasil pengujian)}$$

$$r = \text{Jarak benda kepusat rotasi (0,50 m Data survei)}$$

Maka :

$$\begin{aligned} T &= 30,59 \text{ N} \times 0,50 \text{ m} \\ &= 15,29 \text{ N.m} \end{aligned}$$

c. Pada putaran 1800 rpm

Dimana :

$$F = \text{Gaya (3,15 kg = 30,89 N Tabel data hasil pengujian)}$$

$$r = \text{Jarak benda kepusat rotasi (0,50 m Data survei)}$$

Maka :

$$\begin{aligned} T &= 30,89 \text{ N} \times 0,50 \text{ m} \\ &= 15,44 \text{ N.m} \end{aligned}$$

d. Pada putaran 2300 rpm

Dimana :

$$F = \text{Gaya (3,18 kg = 31,18 N Tabel data hasil pengujian)}$$

$$r = \text{Jarak benda kepusat rotasi (0,50 m Data survei)}$$

Maka :

$$\begin{aligned} T &= 31,18 N \times 0,50 m \\ &= 15,59 N.m \end{aligned}$$

#### 4.2.3 Daya ( $P_B$ )

Setelah menghitung torsi maka daya dapat diketahui dengan persamaan sebagai berikut :

$$P_B = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60000} T$$

a. Pada putaran 800 rpm

Dimana :

$n$  = putaran mesin (928 rpm *Table data hasil pengujian*)

$T$  = torsi (15,39 N.m)

Maka :

$$\begin{aligned} P_B &= \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 928}{60000} 15,39 N.m \\ &= 1,49 kW \end{aligned}$$

b. Pada putaran 1300 rpm

Dimana :

$n$  = putaran mesin (1367 rpm *Table data hasil pengujian*)

$T$  = torsi (15,29 N.m)

Maka :

$$P_B = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 1367}{60000} 15,29 N.m$$

$$= 2,18kW$$

c. Pada putaran 1800 rpm

Dimana :

n = putaran mesin (1844 rpm *Table data hasil pengujian*)

T = torsi (15,44 N.m)

Maka :

$$P_B = \frac{2.3,14.1844}{60000} 15,44 N.m$$
$$= 2,98kW$$

d. Pada putaran 2300 rpm

Dimana :

n = putaran mesin (2343 rpm *Table data hasil pengujian*)

T = torsi (15,59 N.m)

Maka :

$$P_B = \frac{2.3,14.2343}{60000} 15,59 N.m$$
$$= 3,82kW$$

#### 4.2.4 Daya Indikatif Gasket Standart

4.3 Untuk mengetahui daya indikatif dalam silinder pada 847 rpm digunakan persamaan sebagai berikut :

$$Ni = \frac{(Pi \times VL \times n \times z \times a)}{450000}$$

Dimana :

Ni = Daya motor ( kw )

Pi = tekanan indicator rata rata  $10,71 \text{ Kg} / \text{cm}^2$

VL = volume Total (401,92cc)

N = Putaran ( 847 rpm data survei )

z = jumlah silinder ( 1 )

a = siklus perputaran (4 tak = 2 )

Maka :

$$Ni = \frac{(10,71 \times 401,92 \text{ cc} \times 847 \text{ rpm} \times 1 \times 2)}{450000 \text{ Ps}}$$

$$Ni = 16,2 \text{ Ps} \times 0,375 \text{ kW}$$

$$Ni = 6,07 \text{ kW}$$

➤ Perbandingan daya indikatif dengan daya efektif. Diketahui  $P_B = 1,49 \text{ kW}$

Maka persamaan digunakan sebagai berikut :

$$\frac{P_B}{Ni} \times 100\%$$

Maka :

$$\frac{1,49 \text{ kW}}{6,07 \text{ kW}} \times 100\% = 24\%$$

4.4 Untuk mengetahui daya indikatif dalam silinder pada 1367 rpm digunakan persamaan sebagai berikut :

$$Ni = \frac{(Pi \times VL \times n \times z \times a)}{450000}$$

Dimana :

Ni = Daya motor ( kw )

Pi = tekanan indicator rata rata ( $10,71 \text{ Kg} / \text{cm}^2$ )

VL = volume Total (401,92cc)

N = Putaran (1367 rpm data survei)

z = jumlah silinder

a = siklus perputaran (4 tak = 2 )

Maka :

$$Ni = \frac{(10,71 \times 401,92 \text{ cc} \times 1367 \text{ rpm} \times 1 \times 2)}{450000 \text{ Ps}}$$

$$Ni = 26,15 \text{ Ps} \times 0,375 \text{ kW}$$

$$Ni = 9,8 \text{ kW}$$

➤ Perbandingan daya indikatif dengan daya efektif. Diketahui  $P_B = 2,18 \text{ kW}$

Maka persamaan digunakan sebagai berikut :

$$\frac{P_B}{Ni} \times 100\%$$

Maka :

$$\frac{2,18 \text{ kW}}{9,8 \text{ kW}} \times 100\% = 22\%$$

4.5 Untuk mengetahui daya indikatif dalam silinder pada 1844 rpm digunakan persamaan sebagai berikut :

$$Ni = \frac{(Pi \times VL \times n \times z \times a)}{450000}$$

Dimana :

Ni = Daya motor ( kw )

Pi = tekanan indicator rata rata (10,71 Kg / cm<sup>2</sup>)

VL = volume Total (401,92cc)

N = Putaran (1844 rpm data survei)

$z$  = jumlah silinder

$a$  = siklus perputaran (4 tak = 2 )

Maka :

$$Ni = \frac{(10,71 \times 401,92 \text{ cc} \times 1844 \text{ rpm} \times 1 \times 2)}{450000 \text{ Ps}}$$

$$Ni = 35,27 \text{ Ps} \times 0,375 \text{ kW}$$

$$Ni = 13,2 \text{ kW}$$

- Perbandingan daya indikatif dengan daya efektif  $P_B = 2,98 \text{ kW}$

Maka persamaan yang digunakan sebagai berikut :

$$\frac{P_B}{Ni} \times 100\%$$

Maka :

$$\frac{2,98 \text{ kW}}{13,2 \text{ kW}} \times 100\% = 22\%$$

4.6 Untuk mengetahui daya indikatif dalam silinder pada 2343 rpm digunakan persamaan sebagai berikut :

$$Ni = \frac{(Pi \times VL \times n \times z \times a)}{450000}$$

Dimana :

$Ni$  = Daya motor ( kw )

$Pi$  = tekanan indicator rata rata (10,71 Kg / cm<sup>2</sup>)

$VL$  = volume Total (401,92cc)

$N$  = Putaran (2343 rpm data survei)

$z$  = jumlah silinder

a = siklus perputaran (4 tak = 2)

Maka :

$$Ni = \frac{(10,71 \times 401,92 \text{ cc} \times 2343 \text{ rpm} \times 1 \times 2)}{450000 \text{ Ps}}$$

$$Ni = 44,82 \text{ Ps} \times 0,375 \text{ kW}$$

$$Ni = 16,8 \text{ kW}$$

➤ Perbandingan daya indikatif dengan daya efektif  $P_B = 3,82 \text{ kW}$

Maka persamaan digunakan sebagai berikut :

$$\frac{P_B}{Ni} \times 100\%$$

$$\frac{3,82 \text{ kW}}{16,8 \text{ kW}} \times 100\% = 22\%$$

#### **4.3 Perhitungan Pada variasi gasket 0,80 mm terhadap pembebanan 3kg dengan putaran mesin 800 rpm sampai 2300 rpm menggunakan solar +LPG**

Data survey yang diketahui :

Jumlah silinder		= 1 silinder
Diameter Torak	D	= 80 mm
Panjang langkah	L	= 80,80 mm
1 Bar		= 1,02 Kg / cm <sup>2</sup>
Tekanan Kompresi		= 22 Bar
Tekanan Indicator rata-rata	Pi	= 11,22 Kg / cm <sup>2</sup>

Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian

Bahan Bakar	Beban (kg)	Putaran Mesin (rpm)	Tekanan Indicator rata-rata
Solar + lpg	3,31	928	11,22 Kg / cm <sup>2</sup>
Solar + lpg	3,27	1441	11,22 Kg / cm <sup>2</sup>
Solar + lpg	3,29	1996	11,22 Kg / cm <sup>2</sup>
Solar + lpg	3,36	2458	11,22 Kg / cm <sup>2</sup>

#### 4.3.1 Perhitungan Volume Total Gasket yang divariasikan 0,80 mm

Untuk mengetahui volume total silinder standart setelah divariasikan 0,80 mm digunakan persamaan sebagai berikut

$$VL = \pi / 4 \times D^2 \times L$$

Maka :

$$VL = \pi / 4 \times D^2 \times L$$

$$VL = 3,14 / 4 \times (80\text{mm})^2 \times 80,80\text{mm} = 405939,2\text{mm}^3$$

$$VL = 405939,2\text{mm}^3 \text{ di ubah ke cc maka dibagi 1000}$$

$$VL = 405,93\text{cc}$$

#### 4.3.2 Torsi ( T )

Untuk Mengetahui Torsi putaran mesin dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$T = F \times r$$

a. Pada putaran 800 rpm

Dimana :

$$F = \text{Gaya (3,31 kg = 32,46 N Tabel data hasil pengujian)}$$

$r = \text{Jarak benda kepusat rotasi (0,50 m Data survei)}$

Maka :

$$\begin{aligned} T &= 32,46 N \times 0,50 m \\ &= 16,23 N.m \end{aligned}$$

b. Pada putaran 1300 rpm

Dimana :

$F = \text{Gaya (3,27 kg = 32,06 N Tabel data hasil pengujian)}$

$r = \text{Jarak benda kepusat rotasi (0,50 m Data survei)}$

Maka :

$$\begin{aligned} T &= 32,06 N \times 0,50 m \\ &= 16,03 N.m \end{aligned}$$

c. Pada putaran 1800 rpm

Dimana :

$F = \text{Gaya (3,29 kg = 32,26 N Tabel data hasil pengujian)}$

$r = \text{Jarak benda kepusat rotasi (0,50 m Data survei)}$

Maka :

$$\begin{aligned} T &= 32,26 N \times 0,50 m \\ &= 16,13 N.m \end{aligned}$$

d. Pada putaran 2300 rpm

Dimana :

$F = \text{Gaya } (3,36 \text{ kg} = 32,95 \text{ N } \textit{Tabel data hasil pengujian})$

$r = \text{Jarak benda kepusat rotasi } (0,50 \text{ m } \textit{Data survei})$

Maka :

$$\begin{aligned} T &= 32,95 \text{ N} \times 0,50 \text{ m} \\ &= 16,47 \text{ N.m} \end{aligned}$$

### 4.3.3 Daya ( $P_B$ )

Setelah menghitung torsi maka daya dapat diketahui dengan persamaan sebagai berikut :

$$P_B = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60000} T$$

a. Pada putaran 800 rpm

Dimana :

$n = \text{putaran mesin } (928 \text{ rpm } \textit{Table data hasil pengujian})$

$T = \text{torsi } (16,23 \text{ N.m})$

Maka :

$$\begin{aligned} P_B &= \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 928}{60000} 16,23 \text{ N.m} \\ &= 1,57 \text{ kW} \end{aligned}$$

b. Pada putaran 1300 rpm

Dimana :

$n = \text{putaran mesin } (1441 \text{ rpm } \textit{Table data hasil pengujian})$

$T = \text{torsi } (16,03 \text{ N.m})$

Maka :

$$P_B = \frac{2.3,14.1441}{60000} 16,03 N.m$$
$$= 2,41 kW$$

c. Pada putaran 1800 rpm

Dimana :

n = putaran mesin (1844 rpm *Table data hasil pengujian*)

T = torsi (16,13 N.m)

Maka :

$$P_B = \frac{2.3,14.1996}{60000} 16,13 N.m$$
$$= 3,36 kW$$

d. Pada putaran 2300 rpm

Dimana :

n = putaran mesin (2458 rpm *Table data hasil pengujian*)

T = torsi (16,47 N.m)

Maka :

$$P_B = \frac{2.3,14.2458}{60000} 16,47 N.m$$
$$= 4,23 kW$$

#### **4.3.4 Daya Indikatif variasi gasket 0,80 mm**

3. Untuk mengetahui daya indikatif dalam silinder pada 928 rpm digunakan persamaan sebagai berikut :

Dimana :

$$N_i = \frac{(P_i \times V_L \times n \times z \times a)}{450000}$$

Dimana

$N_i$  = Daya motor ( kw )

$P_i$  = tekanan indicator rata rata (11,22 Kg / cm<sup>2</sup>)

$V_L$  = volume Total (405,93cc)

$N$  = Putaran (928 rpm data survei)

$z$  = jumlah silinder

$a$  = siklus perputaran (4 tak = 2 )

Maka :

$$N_i = \frac{(11,22 \times 405,93 \text{ cc} \times 928 \text{ rpm} \times 1 \times 2)}{450000 \text{ Ps}}$$

$$N_i = 18,78 \text{ Ps} \times 0,375 \text{ kW}$$

$$N_i = 7,04 \text{ kW}$$

➤ Perbandingan daya indikatif dengan daya efektif  $P_B = 1,57 \text{ kW}$

Maka persamaan yang digunakan sebagai berikut :

$$\frac{P_B}{N_i} \times 100\%$$

Maka :

$$\frac{1,57 \text{ kW}}{7,04 \text{ kW}} \times 100\% = 22\%$$

4. Untuk mengetahui daya indikatif dalam silinder pada 1441 rpm digunakan persamaan sebagai berikut :

Dimana :

$$N_i = \frac{(P_i \times V_L \times n \times z \times a)}{450000}$$

Dimana :

$N_i = \text{Daya motor ( kw )}$

$P_i = \text{tekanan indicator rata rata (11,22 Kg / cm}^2\text{)}$

$V_L = \text{volume Total (405,93cc)}$

$N = \text{Putaran (1441 rpm data survei)}$

$z = \text{jumlah silinder}$

$a = \text{siklus perputaran (4 tak = 2 )}$

Maka :

$$N_i = \frac{(11,22 \times 405,93 \text{ cc} \times 1441 \text{ rpm} \times 1 \times 2)}{450000 \text{ Ps}}$$

$$N_i = 29,16 \text{ Ps} \times 0,375 \text{ kW}$$

$$N_i = 10,93 \text{ kW}$$

➤ Perbandingan daya indikatif dengan daya efektif  $P_B = 2,41 \text{ kW}$

Maka persamaan yang digunakan sebagai berikut :

$$\frac{P_B}{N_i} \times 100\%$$

Maka :

$$\frac{2,41 \text{ kW}}{10,91 \text{ kW}} \times 100\% = 22 \%$$

5. Untuk mengetahui daya indikatif dalam silinder pada 1996 rpm digunakan persamaan sebagai berikut :

$$N_i = \frac{(P_i \times V_L \times n \times z \times a)}{450000}$$

Dimana :

$N_i = \text{Daya motor ( kw )}$

Pi = tekanan indicator rata rata (11,22 Kg / cm<sup>2</sup>)

VL = volume Total (405,93cc)

N = Putaran (1996 rpm data survei)

z = jumlah silinder

a = siklus perputaran (4 tak = 2)

$$Ni = \frac{(11,22 \times 405,93 \text{ cc} \times 1996 \text{ rpm} \times 1 \times 2)}{450000 P_s}$$

$$Ni = 40,4 P_s \times 0,375 \text{ kW}$$

$$Ni = 15,15 \text{ kW}$$

➤ Perbandingan daya indikatif dengan daya efektif  $P_B = 3,36 \text{ kW}$

maka persamaan yang digunakan sebagai berikut :

$$\frac{P_B}{Ni} \times 100\%$$

Maka :

$$\frac{3,36 \text{ kW}}{15,15 \text{ kW}} \times 100\% = 22 \%$$

6. Untuk mengetahui daya indikatif dalam silinder pada 2458 rpm digunakan persamaan sebagai berikut :

$$Ni = \frac{(Pi \times VL \times n \times z \times a)}{450000}$$

Dimana :

Ni = Daya motor ( kw )

Pi = tekanan indicator rata rata (11,22 Kg / cm<sup>2</sup>)

VL = volume Total (405,93cc)

N = Putaran (2458 rpm data survei)

z = jumlah silinder

a = siklus perputaran (4 tak = 2 )

$$Ni = \frac{(11,22 \times 405,93 \text{ cc} \times 2458 \text{ rpm} \times 1 \times 2)}{450000 \text{ Ps}}$$

$$Ni = 49,75 \text{ Ps} \times 0,375 \text{ kW}$$

$$Ni = 18,65 \text{ kW}$$

- Perbandingan daya indikatif dengan daya efektif  $P_B = 4,23 \text{ kW}$

Maka persamaan yang digunakan sebagai berikut :

$$\frac{P_B}{Ni} \times 100\%$$

Maka :

$$\frac{4,23 \text{ kW}}{18,65 \text{ kW}} \times 100\% = 22\%$$

#### 4.4 Perhitungan Pada variasi gasket 1,80 mm terhadap pembebanan 3kg dengan putaran mesin 800 rpm sampai 2300 rpm menggunakan solar +LPG

Data survey yang diketahui :

Jumlah silinder	=	1 silinder
Diameter Torak	D	= 80mm
Panjang langkah	L	= 81,80mm
1 Bar	=	1,02 Kg / cm <sup>2</sup>
Tekanan Kompresi	=	19,5 Bar
Tekanan Indikator rata-rata	Pi	= 9,945Kg / cm <sup>2</sup>

Tabel 4.3 Data Hasil Pengujian

Bahan Bakar	Beban (kg)	Putaran Mesin (rpm)	Tekanan Indikator rata-rata
Modifikasi Solar + lpg	3,41	852	9,945Kg / cm <sup>2</sup>
Modifikasi Solar + lpg	3,32	1361	9,945Kg / cm <sup>2</sup>
Modifikasi Solar + lpg	3,28	1858	9,945Kg / cm <sup>2</sup>
Modifikasi Solar + lpg i	3,31	2372	9,945Kg / cm <sup>2</sup>

#### 4.4.1 Perhitungan Volume Total Gasket yang divariasikan 1,80 mm

Untuk mengetahui volume total silinder setelah divariasikan 1,80 mm digunakan persamaan sebagai berikut

$$VL = \pi / 4 \times D^2 \times L$$

Maka :

$$VL = \pi / 4 \times D^2 \times L$$

$$VL = 3,14 / 4 \times (80mm)^2 \times 81,80mm = 410963,2mm^3$$

$$VL = 410963,2mm^3 \text{ di ubah ke cc maka dibagi 1000}$$

$$VL = 410,96cc$$

#### 4.4.2 Torsi ( T )

Untuk Mengetahui Torsi putaran mesin dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$T = F \times r$$

a. Pada putaran 800 rpm

Dimana :

$$F = \text{Gaya (3,41 kg = 33,46 N Tabel data hasil pengujian)}$$

$r = \text{Jarak benda kepusat rotasi (0,50 m Data survei)}$

Maka :

$$\begin{aligned} T &= 33,46 \text{ N} \times 0,50 \text{ m} \\ &= 16,73 \text{ N.m} \end{aligned}$$

b. Pada putaran 1300 rpm

Dimana :

$F = \text{Gaya (3,32 kg = 32,55 N Tabel data hasil pengujian)}$

$r = \text{Jarak benda kepusat rotasi (0,50 m Data survei)}$

Maka :

$$\begin{aligned} T &= 32,55 \text{ N} \times 0,50 \text{ m} \\ &= 16,27 \text{ N.m} \end{aligned}$$

c. Pada putaran 1800 rpm

Dimana :

$F = \text{Gaya (3,28 kg = 32,16 N Tabel data hasil pengujian)}$

$r = \text{Jarak benda kepusat rotasi (0,50 m Data survei)}$

Maka :

$$\begin{aligned} T &= 32,16 \text{ N} \times 0,50 \text{ m} \\ &= 16,38 \text{ N.m} \end{aligned}$$

d. Pada putaran 2300 rpm

Dimana :

$F = \text{Gaya (3,31 kg = 32,46 N Tabel data hasil pengujian)}$

$r = \text{Jarak benda kepusat rotasi (0,50 m Data survei)}$

Maka :

$$\begin{aligned} T &= 32,46 \text{ N} \times 0,50 \text{ m} \\ &= 16,23 \text{ N.m} \end{aligned}$$

#### 4.4.3 Daya ( $P_B$ )

Setelah menghitung torsi maka daya dapat diketahui dengan persamaan sebagai berikut :

$$P_B = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60000} T$$

a. Pada putaran 800 rpm

Dimana :

$n = \text{putaran mesin (852 rpm Table data hasil pengujian)}$

$T = \text{torsi (16,73 N.m)}$

Maka :

$$\begin{aligned} P_B &= \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 852}{60000} 16,73 \text{ N.m} \\ &= 1,49 \text{ kW} \end{aligned}$$

b. Pada putaran 1300 rpm

Dimana :

$n = \text{putaran mesin (1361 rpm Table data hasil pengujian)}$

$T = \text{torsi (16,27 N.m)}$

Maka :

$$P_B = \frac{2.3,14.1361}{60000} 16,27 N.m$$
$$= 2,31 kW$$

c. Pada putaran 1800 rpm

Dimana :

n = putaran mesin (1858 rpm *Table data hasil pengujian*)

T = torsi (16,38 N.m)

Maka :

$$P_B = \frac{2.3,14.1858}{60000} 16,38 N.m$$
$$= 3,18 kW$$

d. Pada putaran 2300 rpm

Dimana :

n = putaran mesin (2372 rpm *Table data hasil pengujian*)

T = torsi (16,23 N.m)

Maka :

$$P_B = \frac{2.3,14.2372}{60000} 16,23 N.m$$
$$= 4,02 kW$$

#### **4.4.4 Daya Indikatif variasi gasket 1,80 mm**

1. Untuk mengetahui daya indikatif dalam silinder pada 852 rpm digunakan persamaan sebagai berikut :

Dimana :

$$Ni = \frac{(Pi \times VL \times n \times z \times a)}{450000}$$

Dimana

Ni = Daya motor ( kw )

Pi = tekanan indicator rata rata (9,945Kg / cm<sup>2</sup>)

VL = volume Total (410,96cc)

N = Putaran (852 rpm data survei)

z = jumlah silinder

a = siklus perputaran (4 tak = 2 )

Maka :

$$Ni = \frac{(9,945 \times 410,96 \text{ cc} \times 852 \text{ rpm} \times 1 \times 2)}{450000 \text{ Ps}}$$

$$Ni = 15,47 \text{ Ps} \times 0,375 \text{ kW}$$

$$Ni = 5,8 \text{ kW}$$

➤ Perbandingan daya indikatif dengan daya efektif  $P_B = 1,49 \text{ kW}$

Maka persamaan yang digunakan sebagai berikut :

$$\frac{P_B}{Ni} \times 100\%$$

Maka :

$$\frac{1,49 \text{ kW}}{5,8 \text{ kW}} \times 100\% = 25 \%$$

2. Untuk mengetahui daya indikatif dalam silinder pada 1361 rpm digunakan persamaan sebagai berikut :

Dimana :

$$Ni = \frac{(Pi \times VL \times n \times z \times a)}{450000}$$

Dimana :

$N_i$  = Daya motor ( kw )

$P_i$  = tekanan indicator rata rata (  $9,945 \text{ Kg} / \text{cm}^2$  )

$V_L$  = volume Total (410,96cc)

$N$  = Putaran (1361 rpm data survei)

$z$  = jumlah silinder

$a$  = siklus perputaran (4 tak = 2 )

Maka :

$$N_i = \frac{(9,945 \times 410,96 \text{ cc} \times 1361 \text{ rpm} \times 1 \times 2)}{450000 \text{ Ps}}$$

$$N_i = 24,7 \text{ Ps} \times 0,375 \text{ kW}$$

$$N_i = 9,27 \text{ kW}$$

➤ Perbandingan daya indikatif dengan daya efektif  $P_B = 2,31 \text{ kW}$

Maka persamaan yang digunakan sebagai berikut :

$$\frac{P_B}{N_i} \times 100\%$$

Maka :

$$\frac{2,31 \text{ kW}}{9,27 \text{ kW}} \times 100\% = 24 \%$$

3. Untuk mengetahui daya indikatif dalam silinder pada 1858 rpm digunakan persamaan sebagai berikut :

$$N_i = \frac{(P_i \times V_L \times n \times z \times a)}{450000}$$

Dimana :

$N_i$  = Daya motor ( kw )

Pi = tekanan indicator rata rata (9,945Kg / cm<sup>2</sup>)

VL = volume Total (410,96cc)

N = Putaran (1858 rpm data survei)

z = jumlah silinder

a = siklus perputaran (4 tak = 2 )

$$Ni = \frac{(9,945 \times 410,96 \text{ cc} \times 1858 \text{ rpm} \times 1 \times 2)}{450000 \text{ Ps}}$$

$$Ni = 33,74 \text{ Ps} \times 0,375 \text{ kW}$$

$$Ni = 12,6 \text{ kW}$$

➤ Perbandingan daya indikatif dengan daya efektif  $P_B = 3,18 \text{ kW}$

maka persamaan yang digunakan sebagai berikut :

$$\frac{P_B}{Ni} \times 100\%$$

Maka :

$$\frac{3,18 \text{ kW}}{12,6 \text{ kW}} \times 100\% = 25\%$$

4. Untuk mengetahui daya indikatif dalam silinder pada 2372 rpm digunakan persamaan sebagai berikut :

$$Ni = \frac{(Pi \times VL \times n \times z \times a)}{450000}$$

Dimana :

Ni = Daya motor ( kw )

Pi = tekanan indicator rata rata (9,945Kg / cm<sup>2</sup>)

pVL = volume Total (410,96cc)

N = Putaran (2372 rpm data survei)

z = jumlah silinder

a = siklus perputaran (4 tak = 2 )

$$Ni = \frac{(9,945 \times 410,96 \text{ cc} \times 2372 \text{ rpm} \times 1 \times 2)}{450000 Ps}$$

$$Ni = 43,08 Ps \times 0,375 kW$$

$$Ni = 16,15 kW$$

- Perbandingan daya indikatif dengan daya efektif  $P_B = 4,02 kW$

Maka persamaan yang digunakan sebagai berikut :

$$\frac{P_B}{Ni} \times 100\%$$

Maka :

$$\frac{4,02 kW}{16,15 kW} \times 100\% = 24\%$$

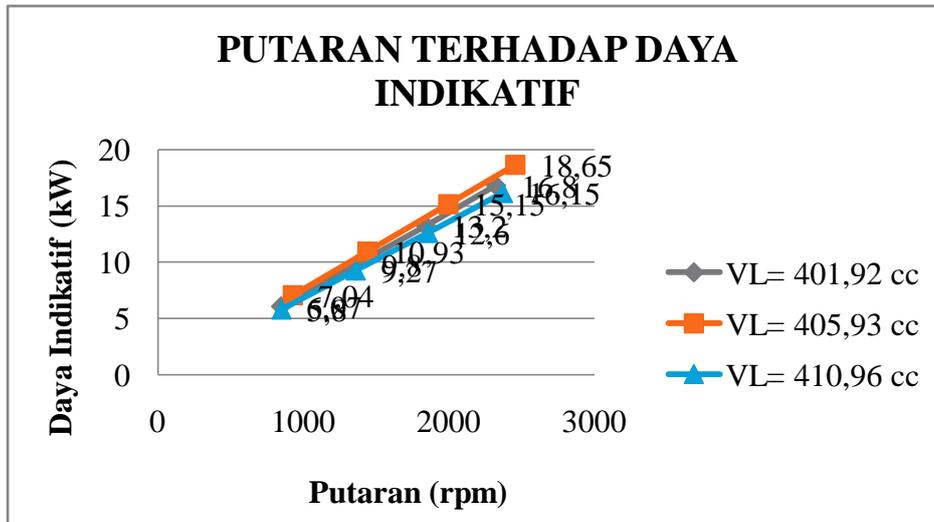
## 4.5 Pembahasan Grafik

### 4.5.1 Putaran Terhadap Daya Indikatif

Tabel 4.4 Data Hasil Putaran Terhadap Daya Indikatif

BAHAN BAKAR	VOLUME TOTAL	TEKANAN INDICATOR RATA-RATA	PUTARAN (rpm)	DAYA INDIKATIF (kW)
SOLAR	401,92	10,71	847	6,07
			1367	9,8
			1844	13,2
			2343	16,8
SOLAR + LPG	405,93	11,22	928	7,04
			1441	10,93
			1996	15,15
			2458	18,65

MODIFIKASI INJEKSI + LPG	410,96	9,945	852	5,8
			1361	9,27
			1858	12,6
			2372	16,15



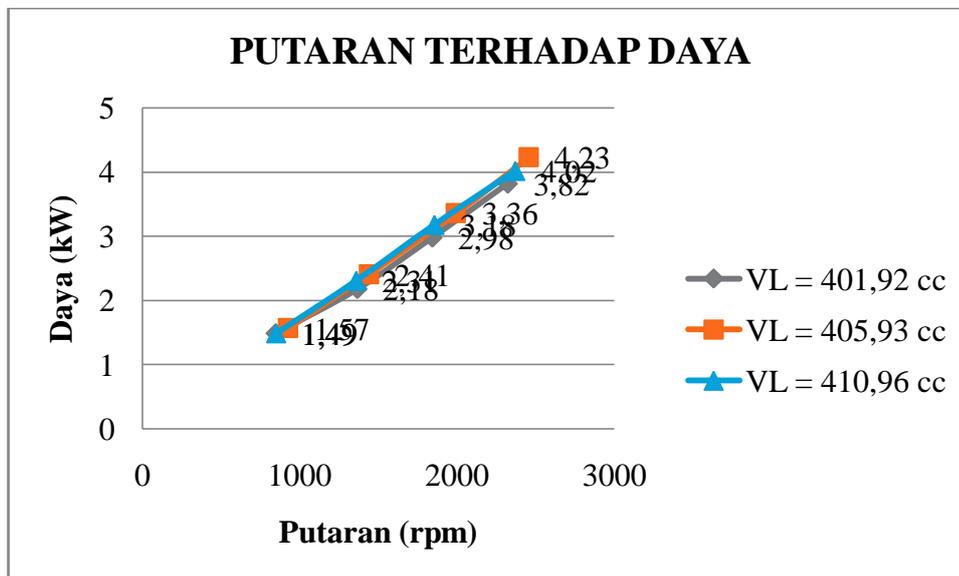
Grafik 4.1 Grafik pengaruh putaran terhadap Daya Indikatif dengan variasi bahan bakar

Dari 4.1 hasil pengujian putaran terhadap daya indikatif, maka disimpulkan bahwa pada volume total 401,92 cc dan tekanan kompresi sebesar 21 Bar pada rpm maksimum dengan bahan bakar solar menghasilkan daya indikatif sebesar 16,8 kW. Pada volume total 405,93 cc dan tekanan kompresi sebesar 22 Bar pada rpm maksimum dengan bahan bakar solar + lpg menghasilkan daya indikatif sebesar 18,65 kW sedangkan pada volume total 410,96 cc dan tekanan kompresi sebesar 19,5 Bar pada rpm maksimum dengan bahan bakar solar + lpg menghasilkan daya indikatif sebesar 16,5 kW. Daya indikatif pada pengujian gasket 1,80 mm lebih rendah dibandingkan dengan 0,80 mm dan standart disebabkan oleh ruang bakarnya besar namun kompresinya rendah.

#### 4.5.2 Putaran terhadap Daya

Tabel 4.5 Data Hasil Putaran Terhadap Daya Indikatif

BAHAN BAKAR	VOLUME TOTAL	TEKANAN INDICATOR RATA-RATA	PUTARAN (rpm)	DAYA (kW)
SOLAR	401,92	10,71	847	1,49
			1367	2,18
			1844	2,98
			2343	3,82
SOLAR + LPG	405,93	11,22	928	1,57
			1441	2,41
			1996	3,36
			2458	4,23
MODIFIKASI INJEKSI + LPG	410,96	9,945	852	1,49
			1361	2,31
			1858	3,18
			2372	4,02



Grafik 4.2 Pengaruh putaran terhadap Daya dengan variasi bahan bakar

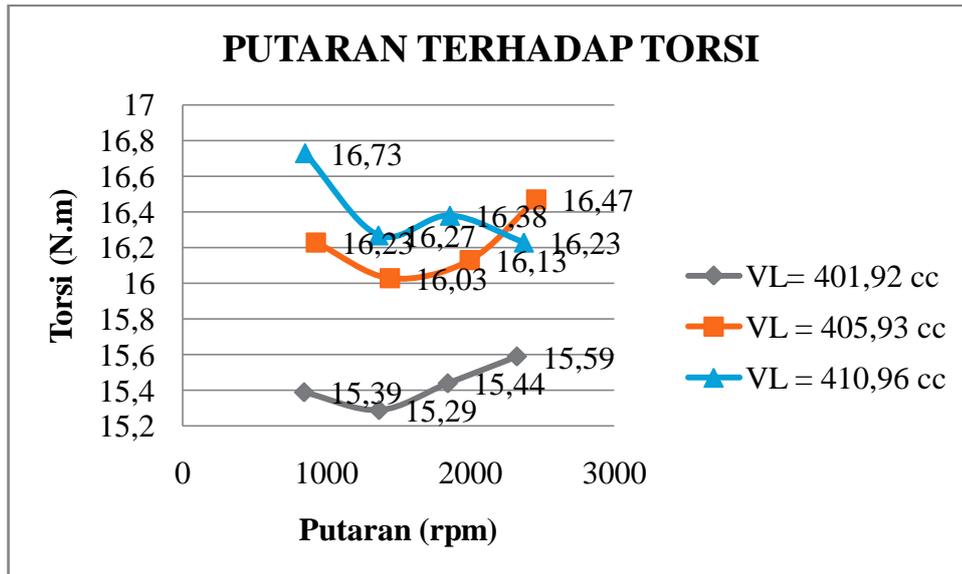
Dari 4.2 hasil pengujian putaran terhadap daya, maka disimpulkan bahwa pada volume total 401,92 cc dan tekanan kompresi sebesar 21 Bar pada rpm maksimum dengan bahan bakar solar menghasilkan daya sebesar 3,82 kW. Pada volume total 405,93 cc dan tekanan kompresi sebesar 22 Bar pada rpm maksimum

dengan bahan bakar solar + lpg menghasilkan daya sebesar 4,23 kW sedangkan pada volume total 410,96 cc dan tekanan kompresi sebesar 19,5 Bar pada rpm maksimum dengan bahan bakar solar + lpg menghasilkan daya sebesar 4,02 kW. Daya pada pengujian gasket 1,80 mm lebih rendah dibandingkan dengan variasi gasket 0,80 mm disebabkan oleh volume ruang bakarnya besar namun kompresinya rendah serta dipengaruhi oleh bahan bakar yang digunakan.

#### 4.5.3 Putaran Terhadap Torsi

Tabel 4.6 data hasil perhitungan putaran terhadap torsi

BAHAN BAKAR	VOLUME TOTAL	TEKANAN INDICATOR RATA-RATA	PUTARAN (rpm)	TORSI (N.m)
SOLAR	401,92	10,71	847	15,39
			1367	15,29
			1844	15,44
			2343	15,59
SOLAR + LPG	405,93	11,22	928	16,23
			1441	16,03
			1996	16,13
			2458	16,47
MODIFIKASI INJEKSI + LPG	410,96	9,945	852	16,73
			1361	16,27
			1858	16,38
			2372	16,23



Grafik 4.3 Volume Putaran terhadap Torsi dengan variasi bahan bakar

Dari 4.3 hasil perhitungan putaran terhadap torsi, maka disimpulkan bahwa pada volume total 401,92 cc dan tekanan kompresi sebesar 21 Bar pada rpm maksimum dengan bahan bakar solar menghasilkan torsi sebesar 15,59 N.m. Pada volume total 405,93 cc dan tekanan kompresi sebesar 22 Bar pada rpm maksimum dengan bahan bakar solar + lpg menghasilkan torsi sebesar 16,47 N.m sedangkan pada volume total 410,96 cc dan tekanan kompresi sebesar 19,5 Bar pada rpm maksimum dengan memodifikasi sistem injeksi + lpg menghasilkan torsi sebesar 16,23 N.m. Torsi pada pengujian gasket 1,80 mm lebih tinggi dibandingkan dengan standart disebabkan putaran mesin tinggi serta dipengaruhi oleh bahan bakar yang digunakan.

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Setelah dilakukan pengujian pada variasi gasket head cylinder maka didapat kesimpulan sebagai berikut :

- Pengujian pada gasket head cylinder standart dengan volume total silinder 401,92 cc menghasilkan torsi yang terbesar pada putaran 2324 menggunakan bahan bakar solar murni dengan nilai torsi 15,59 N.m.
- Pengujian pada variasi gasket head cylinder 0,80 mm dengan volume total silinder 405,93 cc menghasilkan torsi yang terbesar pada putaran 2458 menggunakan bahan bakar solar + lpg dengan nilai torsi 16,47 N.m.
- Pengujian pada gasket head cylinder 1,80 mm dengan volume total silinder 410,96 cc, menghasilkan torsi yang terbesar pada putaran 2458 menggunakan bahan bakar solar + lpg dengan nilai torsi 16,23 N.m.
- Pengujian pada gasket head cylinder standart dengan volume total silinder 401,92 cc menghasilkan daya yang terbesar pada putaran 2324 rpm menggunakan bahan bakar solar murni dengan nilai daya 3,82 Kw.

- Pengujian pada variasi gasket head cylinder 0,80 mm dengan volume total silinder 405,93 cc menghasilkan daya yang terbesar pada putaran 2458 menggunakan bahan bakar solar + lpg dengan nilai daya 4,23 Kw.
- Pengujian pada variasi gasket head cylinder 1,80 mm dengan volume total silinder 410,96 cc menghasilkan daya yang terbesar pada putaran 2347 menggunakan bahan bakar solar + lpg dengan nilai daya 4,03 Kw.
- Pengujian pada gasket head cylinder standart dengan volume total silinder 401,92 cc menghasilkan daya indikatif yang terbesar pada putaran 2324 rpm menggunakan bahan bakar solar murni dengan nilai daya indikatif 16,8 Kw.
- Pengujian pada variasi gasket head cylinder 0,80 mm dengan volume total silinder 405,93 cc menghasilkan daya indikatif yang terbesar pada putaran 2458 menggunakan bahan bakar solar + lpg dengan nilai daya indikatif 16,47 Kw.
- Pengujian pada variasi gasket head cylinder 1,80 mm dengan volume total silinder 410,96 cc menghasilkan daya indikatif yang terbesar pada putaran 2372 menggunakan bahan bakar solar + lpg dengan nilai daya indikatif 16,15 Kw.

Setelah didapat kesimpulan dari hasil pengujian, volume total head cylinder dan bahan bakar mempengaruhi tekanan kompresi yg terjadi diruang

bakar. Sedangkan nilai daya Indikatif pada variasi gasket 0,80 mm ternyata lebih besar dari pada yang standart dan variasi 1,80 mm, hal ini disebabkan faktor tekanan kompresi tinggi dan penggunaan bahan bakar sehingga kinerja mesin otomatis meningkat.

## **5.2 Saran**

1. Disarankan kepada peneliti selanjutnya agar menggunakan gasket yang sesuai agar kinerja mesin maksimal
2. Disarankan untuk pengujian gasket tidak dibawah standart karena akan terjadi ketukan antara piston dan katup, sehingga mesin akan terjadi kerusakan fatal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar, Wiranto1986. *Motor diesel putaran tinggi*. Cetakan VI Penerbit Pradnya Paramita : Jakarta.
- Sularso, 2004. *Dasar perencanaan dan pemilihan elemen mesin*. Cetakan XI Penerbit PT. Pradnya Paramita : Jakarta.
- <http://motor-pembakaran-dalam.html>. Gewinsaku "Memahami sistem mesin pembakaran dalam"(diakses 27-06-2018).
- <http://Prinsip-motor-bakar.html>. Edu Engineering "Prinsip kerja motor bakar dan komponennya" (diakses 15-05-2018).
- <http://www.prosesindustri.com/2015/02/definisi-bahan-bakar-diesel-solar.html>.(diakses 21-10-2017).
- <http://www.scbrid.com/propertise-bahan-bakar-solar> (diakses 28-5-2018).
- <http://skkmigas.go.id/dirgen> Migas no.26525.K/10/DJM.S/2009 (diakses 28-5-2018).

## LAMPIRAN



**COMPRESION TEST**



**MESIN DIESEL MISAKA R180**



**SENSOR RPM**



**RANGKAIAN EKSPERIMENTAL**

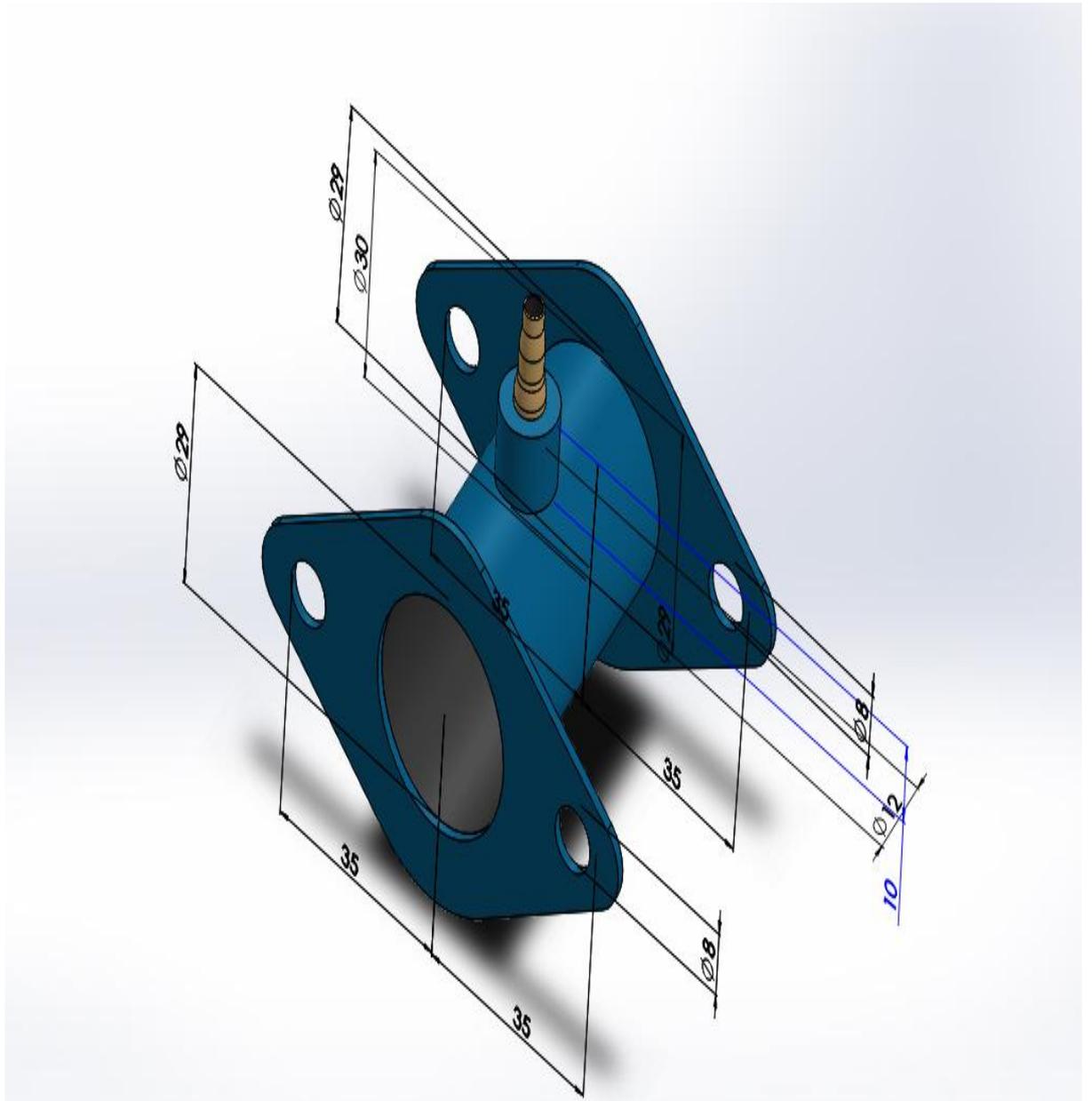


**BRAKE DYNAMOMETER**

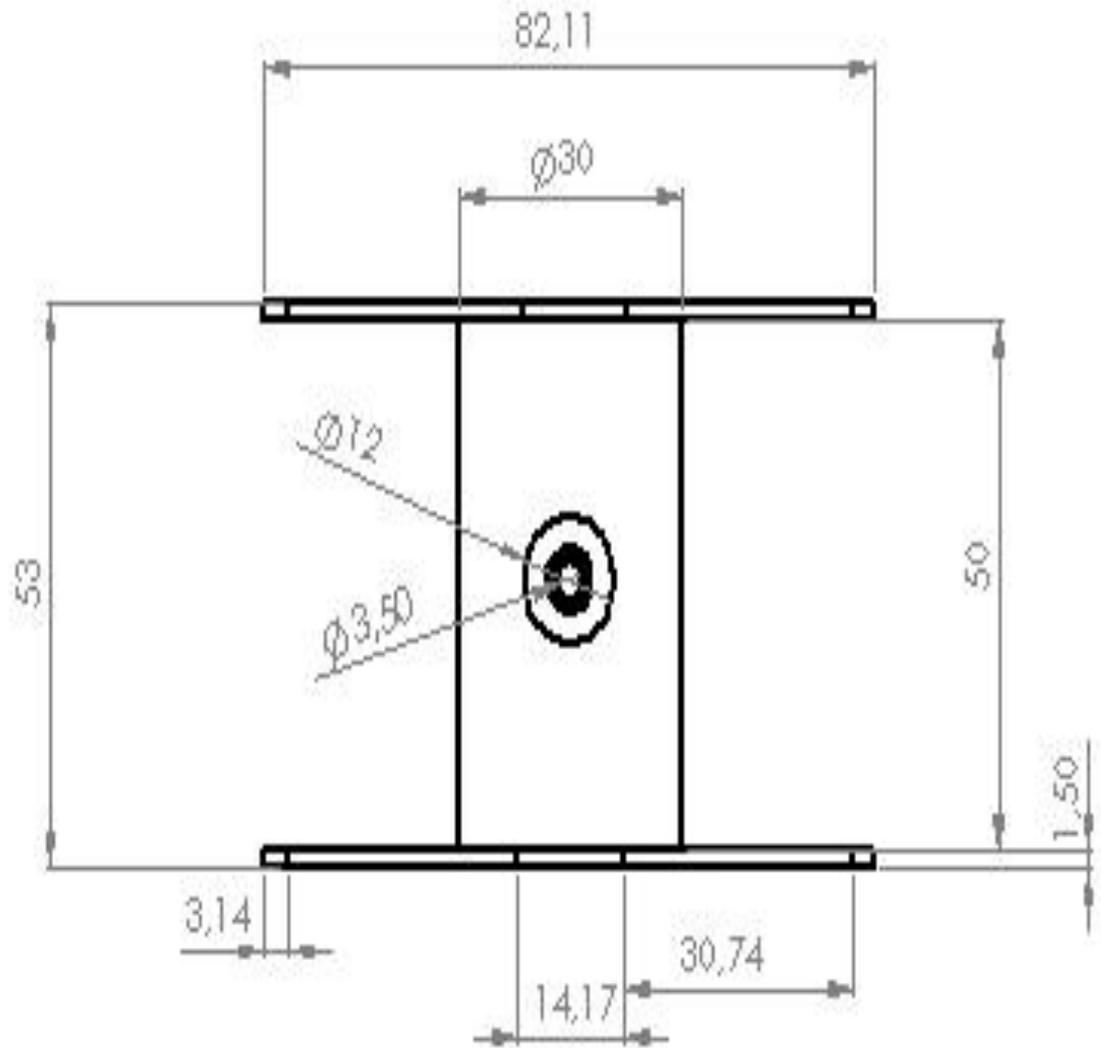


**VARIASI GASKET HEAD CYLINDER**

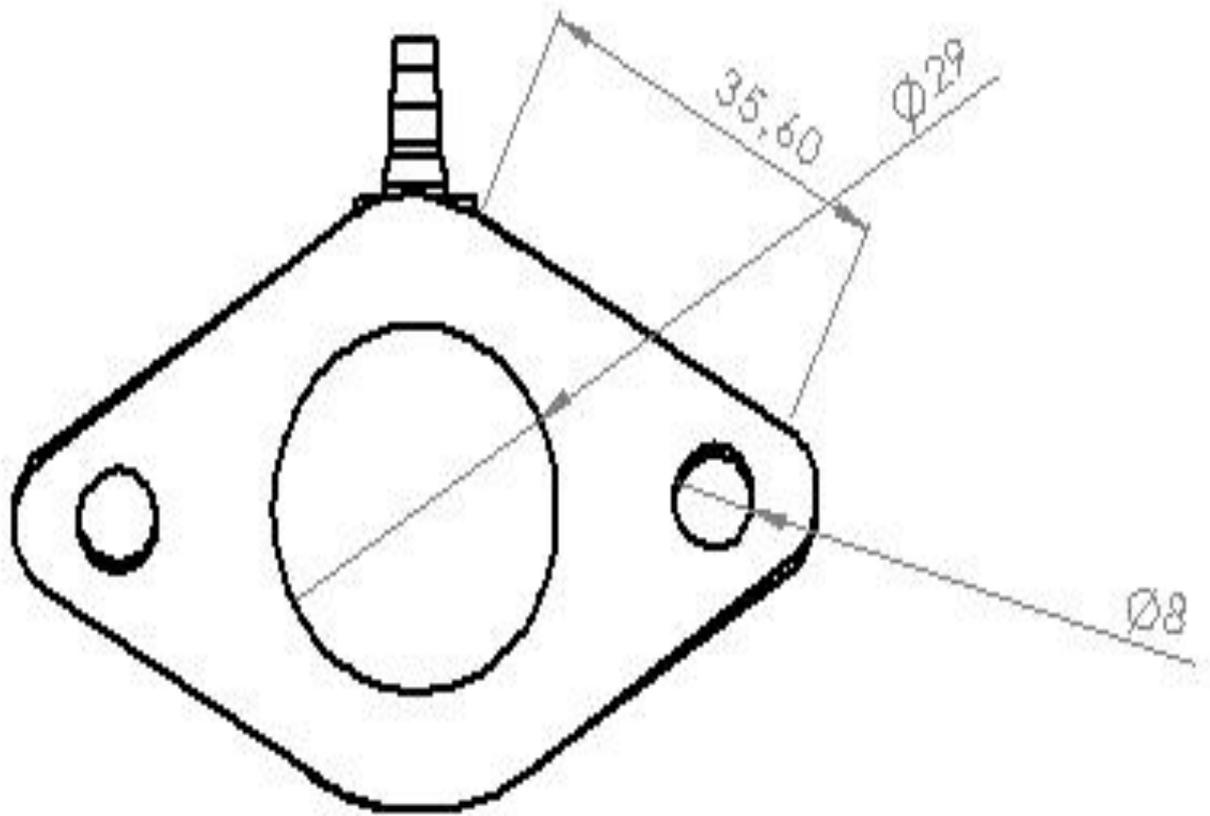
# Dimensi Leher Mixer Intake Manifold



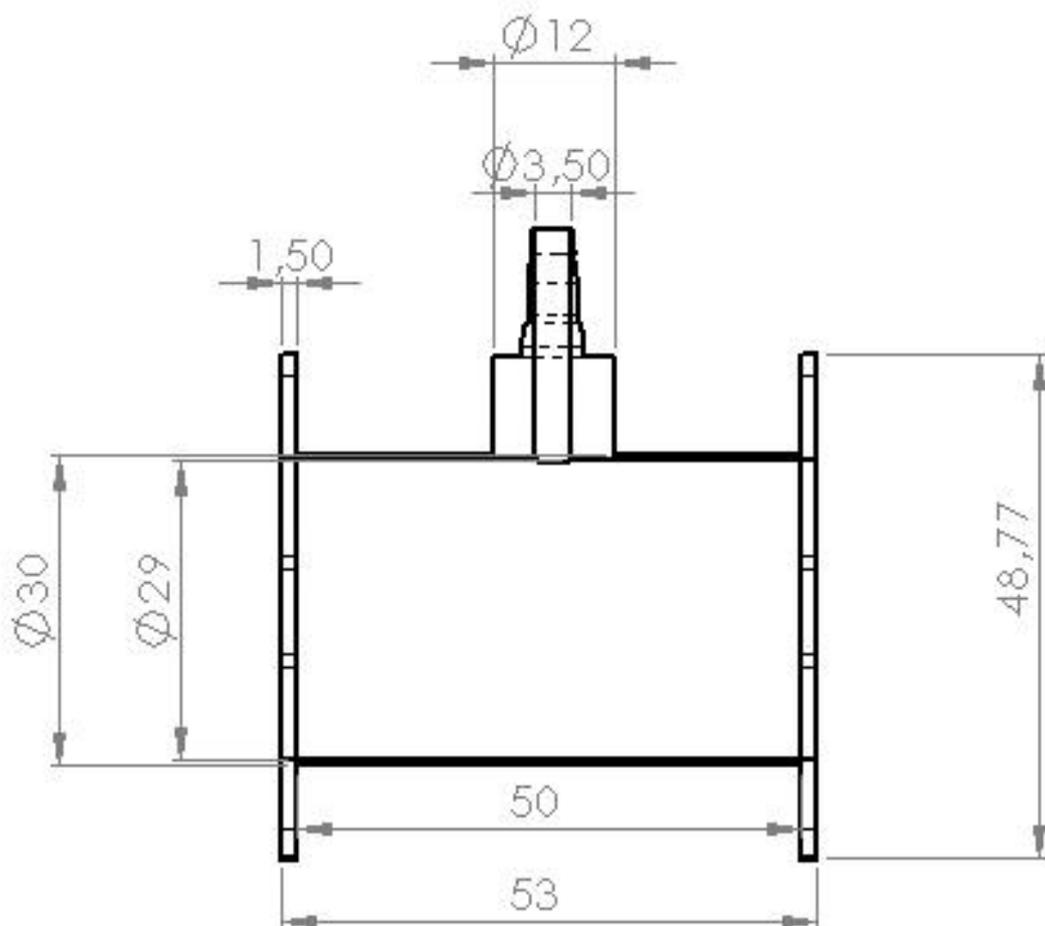
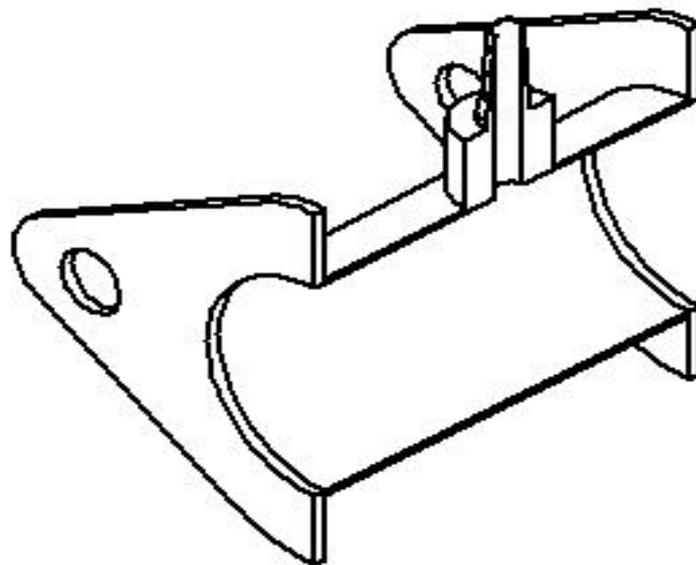
Dimensi Leher Mixer Intake Manifold Tampak Atas



Dimensi Leher Mixer Intake Manifold Tampak Depan



Dimensi Leher Mixer Intake Manifold Tampak Potongan Vertikal



## **DAFTAR RIWAYAT HDUP**



### **DATA PRIBADI**

Nama : HENDRA GUNAWAN  
NPM : 1307230277  
Tempat / Tanggal Lahir : Dolok Sagala, 04 Maret 1993  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Agama : Islam  
Status : Belum Menikah  
Alamat : Dusun 1 Dolok Sagala Kec. Dolok Masihul  
Kab. Serdang Bedagai  
Nomor HP : +6285262670024  
Email : hendragunawan04266@gmail.com  
Nama Orang Tua  
Ayah : M. Yunus  
Ibu : Hanipah Br Pane

### **PENDIDIKAN FORMAL**

1999-2005 : SD NEGERI 104313 SARANG PUAH  
2005-2008 : SMP NEGERI 1 DOLOK MASIHUL  
2008-2011 : SMK NEGERI 2 TEBING TINGGI  
2013-2018 : Mengikuti Pendidikan S1 Program Studi Teknik Mesin Fakultas  
Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara