

# **PENELITIAN**

## **MODIFIKASI MOTOR BENSIN 4 LANGKAH SILINDER TUNGGAL MENJADI SILINDER GANDA TYPE V BLOCK SERTA DAMPAK YANG DITIMBULKAN**



**Oleh :**

**ZEIN MUHAMAD**

**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BANDAR LAMPUNG  
2020**



**UNIVERSITAS BANDAR LAMPUNG**  
**FAKULTAS TEKNIK**

Jl. Hi. Zainal Abidin Pagar Alam No. 26 Bandar Lampung. Phone 0721-701979

**SURAT TUGAS**

No. 16a/ST/FT-UBL/VII/2020

Dekan Fakultas Teknik Universitas Bandar Lampung dengan ini memberi tugas kepada:

Nama : Ir. Zein Muhamad, MT.  
NIP : 19640912 119 112 1 001  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin  
Jabatan : Dosen Fakultas Teknik Universitas Bandar Lampung

Untuk melaksanakan kegiatan di bidang penelitian “**Modifikasi Motor Bensin 4-Langkah Silinder Tunggal Menjadi Silinder Ganda Type V Block Serta Dampak Yang Ditimbulkan**”.

Demikian Surat Tugas ini dibuat untuk dilaksanakan sebagaimana mestinya dan setelah dilaksanakan kegiatan tersebut agar melaporkan kepada Dekan

Bandar Lampung, 30 Juli 2020

Dekan,

  
FAKULTAS TEKNIK  
**UBL**  
SOLUTION FOR PRESENT AND FUTURE  
**Ir. Juniardi, MT.**

## HALAMAN PENGESAHAN

1. a. Judul Penelitian : “ **Modifikasi Motor Bensin 4-Langkah Silinder Tunggal Menjadi Silinder Ganda Type V Block Serta Dampak Yang Ditimbulkan**”.
- b. Bidang Ilmu : Teknik Mesin
2. Pelaksana :
- a. Nama : Ir. Zein Muhamad, MT.
- b. Jenis Kelamin : Laki-laki
- c. NIP / NIDN : 0012096409
- d. Pangkat/Gol. : Penata / IIIc
- e. Jabatan Fungsional : Lektor
- f. Fakultas/Program Studi: Teknik/Teknik Mesin
- g. Perguruan Tinggi : Universitas Bandar Lampung
- h. Pusat Penelitian : LPPM Universitas Bandar Lampung
- i. Alamat : Jl. Zainal Abidin Pagar Alam No. 26 Bandar Lampung  
Telp. 0721-701979; Kode Pos. 35142
- j. Alamat Rumah : Jl. Hi. Said II – LK. II – RT/RW. 013/000 – Kota Baru –  
Tanjung Karang Timur – Bandar Lampung
- k. Telepon /HP : 085367098264
- l. Email : [muhamadzein29@yahoo.com](mailto:muhamadzein29@yahoo.com)
- m. Waktu Pelaksanaan : 6 bulan

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknik

FAKULTAS TEKNIK



Ir. Juniardi, MT.

Bandar Lampung, 20 Januari 2021  
Ketua Pelaksana,

Ir. Zein Muhamad, MT.

Mengetahui,  
Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat  
Universitas Bandar Lampung (LPPM-UBL)  
Kepala,



Dr. Hendri Dunan, SE. MM.



**UNIVERSITAS BANDAR LAMPUNG**  
**LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN PADA MASYARAKAT**  
**( LPPM )**

Jl. Z.A. Pagar Alam No : 26 Labuhan Ratu, Bandar Lampung Telp: 701979  
E-mail : lppm@ubl.ac.id

SURAT KETERANGAN

Nomor : 018 / S.Ket / LPPM-UBL / II / 2021

Kepala Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat ( LPPM ) Universitas Bandar Lampung dengan ini menerangkan bahwa :

- |                                 |  |
|---------------------------------|--|
| 1. Nama                         | : Ir. Zein Muhamad.,M.T                      |
| 2. NIDN                         | : 0012096409                                 |
| 3. Tempat, tanggal lahir        | : Bajawa, 12 September 1964                  |
| 4. Pangkat, golongan ruang, TMT | : Penata/ III.c                              |
| 5. Jabatan TMT                  | : Lektor                                     |
| 6. Bidang Ilmu / Mata Kuliah    | : Teknik                                     |
| 7. Jurusan / Program Studi      | : Teknik Mesin                               |
| 8. Unit Kerja                   | : Fakultas Teknik Universitas Bandar Lampung |

Telah Melaksanakan Penelitian dengan judul

**:”Modifikasi Motor Bensin 4- langkah Silinder Tunggal  
Menjadi Silinder Ganda Type V Block Serta Dampak  
yang di Timbulkan”.**

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Bandar Lampung, 05 Februari 2021

Kepala LPPM-UBL

Dr. Hendri Dunan, SE.,M.M

Tembusan:

1. Rektor UBL ( sebagai laporan )
2. Yang bersangkutan
3. Arsip

## LEMBAR PERNYATAAN PENGESAHAN HASIL VALIDASI KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini Pimpinan Perguruan Tinggi Universitas Bandar Lampung Menyatakan dengan sebenarnya bahwa **karya ilmiah** sebanyak satu judul yang diajukan sebagai bahan Laporan Beban Kerja Dosen atas nama :

Nama	: Ir. Zein Muhamad, MT
NIP	: 196409121991121001
NIDN	: 0012096409
Pangkat, golongan ruang, TMT	: Penata/ III/c
Jabatan, TMT	: 1 Oktober 1999
Bidang Ilmu/Mata Kuliah	: Teknik Mesin
Jurusan/Program Studi	: Teknik Mesin
Unit Kerja	: Universitas Bandar Lampung Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin

Telah diperiksa dan divalidasi dengan baik, dan kami turut bertanggung jawab bahwa **karya ilmiah** tersebut telah memenuhi syarat kaidah ilmiah, norma akademik, dan norma hukum, sesuai dengan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 17 Tahun 2010 tentang Pencegahan dan Pananggulangan Plagiat di Perguruan Tinggi.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Bandar Lampung, 04 Februari 2021

Validasi :

An. Rektor Universitas Bandar Lampung  
Wakil Rektor I Bidang Akademik,

  
universitas  
bandar Lampung

Dr. Ir. Hi. Hery Riyanto, M.T.

## **ABSTRAK**

### **MODIFIKASI MOTOR BENSIN 4-LANGKAH SILINDER TUNGGAL MENJADI SILINDER GANDA TYPE V BLOCK SERTA DAMPAK YANG DITIMBULKAN**

**Oleh,  
ZEIN MUHAMAD**

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi telah turut mempengaruhi perkembangan segala produk termasuk diantaranya produk kendaraan bermotor.

Kendaraan jenis Motor Honda merupakan salah satu alat transportasi, juga merupakan kendaraan yang cukup vital dalam mempermudah dan memperlancar perpindahan barang dan orang dari suatu tempat ke tempat lainnya, disamping sebagai alat olah raga.

Mesin pada motor honda merupakan jenis mesin pembakaran dalam (*internal combustion engine*) tipe empat langkah. Unjuk kerja (performance) dari motor honda tersebut ditentukan oleh banyak faktor diantaranya adalah perbandingan bahan bakar dan udara (AFR); perbandingan diameter dan langkah torak (L/D); jumlah silinder.

Modifikasi merupakan kegiatan merubah bentuk benda dari bentuk awalnya tetapi masih mempertahankan prinsip-prinsip yang melekat pada benda tersebut. Modifikasi suatu blok silinder motor dari tipe horizontal dengan satu silinder menjadi block silinder tipe V dengan dua silinder, adalah cara untuk meningkatkan volume silinder sehingga otomatis akan terjadi peningkatan tenaga mesin. Percobaan ini dilakukan dengan cara menambahkan satu silinder dengan diameter silinder yang sama dengan diameter silinder awal yaitu 52mm dengan sedikit merubah posisi silinder dari silinder horizontal menjadi bentuk silinder block tipe V.

Dari hasil pengujian diperoleh bahwa telah terjadi perubahan harga dari beberapa parameter kerja mesin seperti; terjadi peningkatan daya efektif rata-rata sebesar 46,7 % yakni dari 12 hp menjadi 17,6 hp dengan efisiensi mekanis sebesar 70%. Dan daya indikatornya naik dari sebesar 24,51 hp menjadi 35,02 hp atau sekitar 42,9%. Juga terjadi peningkatan terhadap momen puntir menjadi 1183,97 kg.cm dan beban tekan pada pipi engkol menjadi 5611,68 kg/cm<sup>2</sup>. Dampak positif yang dihasilkan adalah tenaga motor akan semakin besar, namun dampak negatifnya adalah motor menjadi lebih berat dan terjadi peningkatan temperatur pada mesin.

**Kata kunci** : block silinder, modifikasi, dampak yang ditimbulkan.

# DAFTAR ISI

Halaman

## ABTRAK

## PRAKATA

DAFTAR ISI .....	i
------------------	---

DAFTAR GAMBAR .....	iv
---------------------	----

## BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang . .....	1
-----------------------------	---

1.2. Tujuan Penelitian .....	3
------------------------------	---

1.3. Ruang Lingkup .....	3
--------------------------	---

1.4. Waktu dan Tempat .....	3
-----------------------------	---

## BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengantar .....	4
----------------------	---

2.2. Macam-macam Motor bakar .....	4
------------------------------------	---

2.2.1. Motor Bakar Torak .....	5
--------------------------------	---

2.2.2. Motor Bakar Gas .....	5
------------------------------	---

2.3. Motor Bakar Empat Langkah.....	5
-------------------------------------	---

2.4. Kelebihan dan Kelemahan Motor 2-Langkah dan 4-Langkah .....	6
--	---

2.4.1. Kelebihan dan Kekurangan Motor 2-Langkah .....	7
---	---

2.4.2. Kelebihan dan Kekurangan Motor 4-Langkah .....	7
---	---

2.5. Siklus Volume Konstan (siklus otto) Motor Bensin 4-langkah .....	8
---	---

2.6. Jenis/Type Block Silinder.....	9
-------------------------------------	---

2.6.1 Blok Silinder Type Tunggal .....	9
--	---

2.6.2 Blok Silinder Tipe <i>In-line</i> .....	10
---	----

2.6.3 Blok Silinder Tipe Horizontal Berlawanan .....	10
2.6.4 Silinder Type V .....	11
2.7. Langkah Torak, Volume dan Diameter Silinder .....	12
2.8. Perbandingan Kompresi Pada Motor Bensin .....	12
2.9. Daya Indikator .....	13
2.10. Tekanan Efektif Rata-rata.....	14
2.11. Poros Engkol .....	15
2.11.1 Momen Puntir Maksimum .....	16
2.11.2 Momen Lengkung Maksimum .....	16
2.11.3 Momen Lengkung Ideal .....	16
2.11.4 Tekanan Pada Bidang Poros .....	16
2.11.5 Tekanan Pada Bidang Pena Engkol.....	16
2.11.6 Beban Tekanan Pada Pipi Engkol.....	16

### **BAB III. PERHITUNGAN DAN ANALISA**

3.1. Pendahuluan .....	17
3.1.1 Spesifikasi Mesin .....	17
3.1.2 Langkah Pemotongan Tebal Poros Engkol.....	18
3.2. Perubahan Poros Engkol.....	19
3.3. Gigi Ratio Teming Chaine .....	20
3.4. Pembuatan Dudukan Blok Tambahan Pada Poros Engkol ( <i>crank case</i> ) .....	21
3.5. Penempatan Pulser Ke-2 .....	22
3.6. Data Mesin Setelah Modifikasi .....	22



3.6.1	Perhitungan Volume Silinder .....	23
3.6.2	Perhitungan Daya Indikator ( $N_i$ ) .....	23
3.6.3	Perhitungan Daya Efektif .....	24
3.6.4	Perhitungan Daya Motor Rata-rata .....	24
3.7.	Perhitungan Gaya yang Dialami Poros Engkol .....	25
3.7.1	Perhitungan Momen Puntir Maksimum .....	26
3.7.2	Perhitungan Momen Lengkung Maksimum .....	27
3.7.3	Perhitungan Momen lengkung Ideal .....	27
3.7.4	Perhitungan Tekanan Pada Bidang Poros .....	27
3.7.5	Perhitungan Tekanan Pada Pena Engkol .....	28
3.7.6	Perhitungan beban Tekanan Pada Pipi Engkol .....	28

#### **BAB IV. PENUTUP**

4.1.	Kesimpulan .....	29
4.2.	Saran .....	29

#### **DAFTAR PUSTAKA**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1. Gambar Siklus Kerja Motor Bensin 4-Langkah.....	2
2.1. Gambar Diagram p-V dari Siklus Volume Konstan .....	9
2.2. Gambar Silinder Tunggal .....	9
2.3. Gambar Silinder Tipe In-Line .....	10
2.4. Gambar Silinder Tipe Horizontal Berlawanan .....	10
2.5. Gambar Silinder Tipe-V .....	11
2.6. Gambar Langkah Torak .....	12
2.7. Gambar Diagram p – V .....	13
2.8. Gambar Diameter dan Langkah Torak .....	13
2.9. Gambar Poros Engkol Sepeda Motor .....	13
3.1. Gambar Batang Torak Sebelum dan Sesudah Dipotong dan Digabungkan .....	18
3.2. Gambar Proses Pengukuran Dimensi.....	18
3.3. Gambar Poros Engkol Sebelum dan Sesudah Dipotong.....	19
3.4. Gambar Posisi Torak Terpasang .....	19
3.5a. Gambar Timing Chaine Standard .....	20
3.5b. Gambar Timing Chaine Setelah Dipotong .....	20
3.5c. Gambar Timing Chaine Terpasang .....	20

3.6a. Gambar Block Tambahan 530 <sup>0</sup> Dari Block Standart .....	21
3.6b. Gambar Penggeseran Lubang Block Silinder Sebesar 9,9 mm .....	21
3.7. Gambar Penempatan Pulser Tambahan .....	22
3.8. Gambar Poros Engkol Kembar .....	26

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Motor otto atau Beau de Roches merupakan salah satu mesin pengkonversi energi tidak langsung, dalam artian bahwa energi yang dikonversikan berasal dari proses pembakaran bahan bakar kemudian menjadi energi panas baru kemudian menjadi energi mekanis. Jadi energi kimia tidak langsung menjadi energi mekanis.

Motor bensin merupakan salah satu jenis motor bakar yang menggunakan bensin sebagai bahan bakarnya. Siklus kerja motor ini dibedakan atas motor bensin dua Langkah (*two troke*) dan empat Langkah (*four stroke*).

Motor bensin empat Langkah adalah motor yang pada setiap empat Langkah torak/piston (dua putaran poros engkol) sempurna menghasilkan satu langkah kerja.

1. *Langkah Hisap/pemasukan* : Dimulai dengan torak bergerak dari titik mati atas (TMA) dan berakhir pada titik mati bawah (TMB). Untuk menaikkan massa terhisap, katup masuk terbuka pada saat ini dan akan menutup saat Langkah I ini berakhir.
2. *Langkah Kompresi /tekan* : Ketika kedua katup tertutup dan campuran di dalam silinder terkompresi, sesaat sebelum berakhirnya Langkah kompresi pembakaran terhadap bahan bakar dimulai; dan tekanan dalam silinder akan naik dengan lebih cepat.
3. *Langkah Ekspansi / tenaga* : Langkah ini dimulai saat torak berada pada titik mati atas dan berakhir beberapa derajat sebelum titik mati bawah.

Gas hasil pembakaran yang bertekanan tinggi akan menekan torak kebawah sehingga memaksa poros engkol untuk berputar. Katup buang akan terbuka saat torak mencapai titik mati bawah untuk selanjutnya proses pembuangan dimulai.

4. *Langkah Pembuangan* : Ketika katup buang terbuka torak akan menekan keluar gas sisa pembakaran hingga torak mencapai titik mati atas. Setelah itu proses akan berulang kembali.



Gambar 1.1 Siklus kerja motor bensin 4-langkah

Block silinder merupakan inti dari pada mesin yang terbuat dari besi tuang. Belakangan ini ada beberapa block silinder yang dibuat dari paduan aluminium. Karena aluminium memiliki beberapa kelebihan seperti bersifat ringan dan sifat menghantarkan panas yang lebih baik dibandingkan dengan besi tuang.

Blok silinder dilengkapi dengan rangka pada bagian luar untuk memberikan kekuatan pada mesin dan membantu dalam proses perpindahan panas .

Memodifikasi atau merubah block silinder memiliki berbagai tujuan / keperluan misalnya sebagai penyalur hobi, balap, dan keindahan/estetika, dimana dilakukan terhadap kendaraan standard seperti sepeda motor.

Modifikasi pada bagian – bagian/komponen-komponen tertentu dari mesin, disamping dengan tujuan diatas, juga untuk dapat meningkatkan akselerasi atau pun efisiensi yang diharapkan. Proses modifikasi dapat dilakukan terhadap block silinder, kepala silinder, cam shaft (porosnock), pembesaran dan pengarah exhaust port, ,menambah piston atau dapat juga mengganti piston dengan diameter yang lebih besar, dan merubah sistem dan waktu pengapiannya (*timing belt*).

## **1.2 Ruang Lingkup**

Penelitian dilakukan terhadap motor honda jenis GL100 yang komponen system pembangkit tenaganya di lakukan modifikasi, yakni dari yang semula bersilinder satu menjadi mesin bersilinder dua tipe V block, serta dampak yang ditimbulkan dari perubahan yang dilakukan tersebut.

## **1.3 Tujuan**

Penelitian bertujuan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh yang akan ditimbulkan dengan penambahan silinder pada mesin terhadap parameter unjuk kerja mesin seperti efisiensi, daya dan kecepatan.

## **1.4 Waktu dan Tempat**

Kegiatan penelitian dilakukan mulai dari bulan Agustus sampai dengan bulan November 2020, di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Bandar Lampung.

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Pengantar

Daya sebuah motor biasanya dinyatakan oleh isi silinder motor tersebut. 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. Perbedaan konstruksi kepala silinder dan blok silinder dari mesin dua langkah dan empat langkah konstruksi luar blok silinder dibuat seperti sirip, ini untuk melepaskan panas akibat kerja mesin. Dengan adanya sirip-sirip tersebut, akan terjadi pendinginan terhadap mesin karena udara bisa mengalir diantara sirip-sirip. Sirip juga memperluas bidang pendinginan, sehingga penyerapan panas lebih besar dan suhu motor tidak terlampaui tinggi dan sesuai dengan temperatur kerja. Blok silinder merupakan inti daripada mesin yang terbuat dari besi tuang. Belakangan ini ada beberapa blok silinder yang dibuat dari paduan aluminium. Seperti kita ketahui, bahwa aluminium ringan dan dapat meradiasikan panas yang lebih efisien dibandingkan dengan besi tuang.

Kepala Silinder (*Cylinder Head*) Sepeda Motor yang merupakan bagian paling atas dari konstruksi mesin sepeda motor. Kepala silinder berfungsi sebagai penutup lubang silinder pada blok silinder dan tempat dudukan busi. Kepala silinder bertumpu pada bagian atas blok silinder. Titik tumpunya disekat dengan gasket (*paking*) untuk menjaga agar tidak terjadi kebocoran kompresi. Silinder liner dan blok silinder merupakan dua bagian yang melekat satu sama lain.

## **2.2 Macam-macam Motor Bakar**

Pada umumnya motor bakar terbagi menjadi dua jenis utama yaitu:

### **2.2.1 Motor bakar torak**

Secara umum motor bakar torak terbagi atas dua jenis utama:

#### 1) Motor bensin (Motor penyalan bunga api/spark ignition engine/ SIE)

Bahan bakar dan udara di nyalakan dengan loncatan bunga api listrik yang berasal dari busi.

#### 2) Motor diesel (Motor penyalan compresi/compreition ignition engine/ CIE)

Disebut demikian karena pembakaran bahan bakar terjadi di dalam silinder karena adanya udara yang bertekanan dan bertemperatur tinggi yang di mampatkan.

### **2.2.2 Motor bakar gas**

Merupakan jenis motor bakar yang dalam pengoprasianya menggunakan gas yang sepenuhnya untuk melakukan kerja mekanik. Yang termasuk dalam kelompok ini adalah Turbin gas yang mana gas berfungsi sebagai fluida bekerja untuk memutar sudu turbin dan sudu berfungsi mengubah momentum fluida yang melewatinya. Dan karena tidak terdapat bagian mesin yang bergerak translasi, maka dapat dikatakan turbin gas bebas dari gerakan.

## **2.3 Motor Bakar Empat Langkah**

Adapun motor bensin jenis ini untuk memperoleh satu siklus kerja atau satu kali proses tenaga di perlukan empat (4) langkah gerakan torak atau dua (2) kali putaran poros engkol, siklus kerja motor ini adalah:



#### 1) Proses Pemasukan

Torak bergerak dari titik mati atas (TMA) ke titik mati bawah (TMB) selama proses katup hisap dalam keadaan terbuka, sedangkan katup buang dalam keadaan tertutup. Karna gerakan piston ke bawah maka dalam silinder terjadi pembesaran volume yang akan diikuti dengan pengurangan tekanan. Sehingga tekanan di dalam silinder lebih kecil daripada tekanan atmosfer.

#### 2) Proses Kompresi

Torak bergerak dari titik mati bawah (TMB) ke titik mati atas (TMA) katup isap dan katup buang tertutup. Campuran bahan bakar dan udara yang masuk ke dalam silinder akan mengalami tekanan mengakibatkan kenaikan temperatur.

#### 3) Proses Ekspansi

Torak bergerak dari titik mati atas (TMA) ke titik mati bawah (TMB) katup isap dan buang masih dalam keadaan tertutup.

#### 4) Proses Pembuangan

Katup buang dalam keadaan terbuka sedangkan katup hisap dalam keadaan tertutup dan torak bergerak dari TMB ke TMA. Gas bekas dari proses pembakaran di dalam silinder akan terdorong keluar lewat saluran pembuangan.

### **2.4 Kelebihan dan Kelemahan Motor 2-Langkah dan 4-Langkah**

Sepeda motor 2 langkah dan 4 langkah memiliki kelebihan dan kelemahan. Sebagai konsumen yang cerdas kita perlu memperhitungkan keunggulan, antara lain dari segi ekonomi harga dan biaya perawatan, konstruksi mesin, performa mesin, dan polusi yang dihasilkan dari pembakaran serta efisien bahan bakarnya.

### **2.4.1 Kelebihan dan Kekurangan Motor 2-Langkah**

#### 1) Kelebihan :

1. Perawatan mesinnya lebih mudah karena konstruksi mesinnya lebih sederhana.
2. Oli mesin bisa tahan lama karena hanya digunakan untuk melumasi bagian mesin saja misal: Tranmisi, Kopling, Dan seperangkatnya saja
3. Memiliki akselerasi kecepatan yang baik di jalan yang datar.
4. Kenalpot tidak mudah keropos karena dilumasi oleh butiran oli samping hasil pembakaran.

#### 2) Kekurangan:

1. Penggunaan bahan bakar boros
2. Pembakarannya kurang sempurna
3. Menggunakan oli samping, ini akan menambah biaya.
4. Sisa gas hasil pembakaran akan mengganggu polusi udara.
5. Harga jualnya kurang.
6. Suara mesinnya kasar.
7. Jarak tempuhnya terbatas, karena mesin cepat panas.

### **2.4.2 Kelebihan dan Kekurangan Motor 4-Langkah**

#### 1) Kelebihan :

1. Penggunaan bahan bakarnya lebih hemat.
2. Tidak menggunakan oli samping, sehingga lebih ekonomis.
3. Tenaga yang dihasilkan besar dan stabil, sehingga memiliki akselerasi yang baik pada medan pegunungan atau jalan menanjak.
4. Asap yang dihasilkan dari proses pembakaran relatif tidak ada, jadi tidak mengganggu lingkungan.

5. Pembakarannya lebih sempurna.
6. Suara mesin lebih halus.
7. Harga jualnya masih tinggi.
8. Jarak tempuhnya bisa lebih jauh dibandingkan mesin empat langkah.

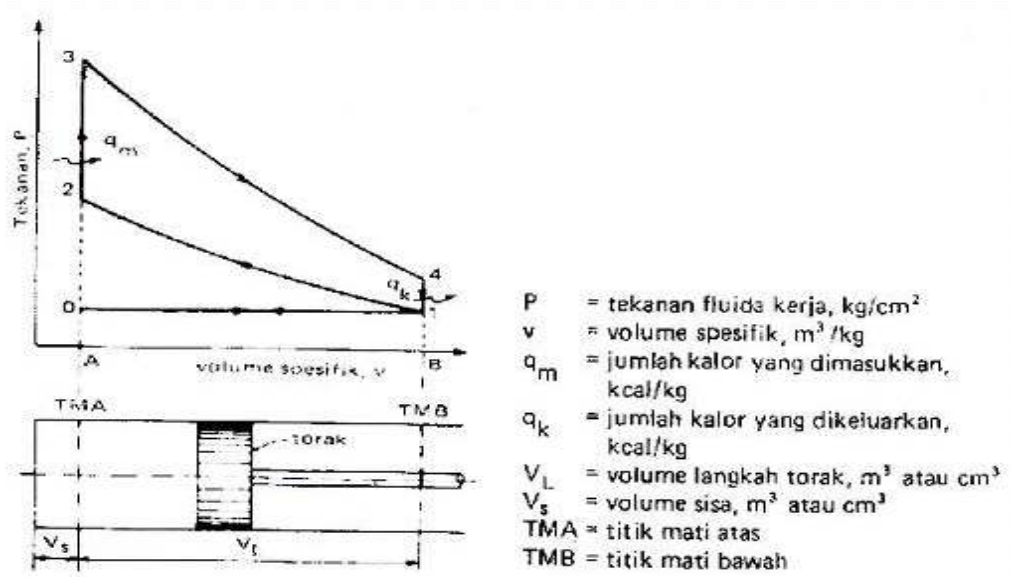
2) Kekurangannya :

1. Karena konstruksi mesin yang sangat rumit maka perawatannya harus sangat menjadi perhatian.
2. Oli mesin harus sangat diperhatikan, karena untuk melumasi bagian mesin semua.
3. Cara mengoperasikan tidak bisa seperti motor 2 langkah.
4. Knalpot cepat keropos karena tidak ada butiran oli sisa pembakaran yang lewat knalpot.

## **2.5 Siklus Volume Konstan (siklus otto) Motor Bensin 4-langkah**

Oleh karena volume dan tekanan didalam silinder besarnya tidak sama, maka keadaan di dalam silinder diilustrasikan pada diagram  $p - V$  dari siklus volume konstan (gambar 2.3).

Diagram  $p - V$  yaitu garis-garis yang melukiskan hubungan antara tekanan dan volume gas dengan segala perubahannya. Untuk mudahnya kita ambil silinder datar sehingga sumbu volume kita buat mendatar dan sumbu tekanan dibuat tegak lurus ke atas.



Gambar 2.1 Diagram p-V dari siklus volume konstan.

## 2.6 Jenis/Type Block Silinder

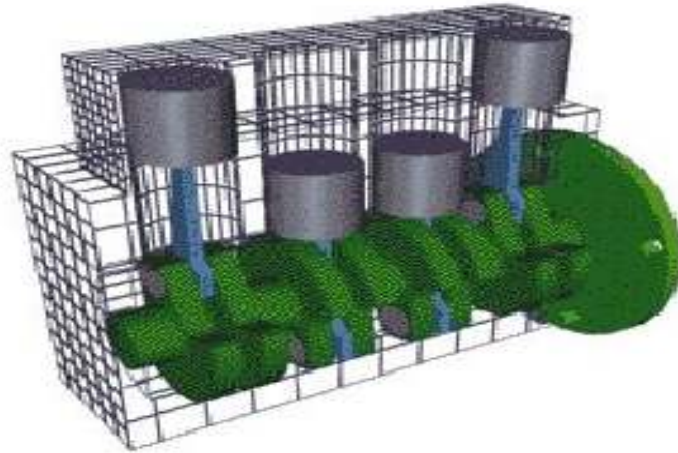
### 2.6.1 Blok Silinder Type Tunggal



Gambar 2.2 Silinder tunggal

Pada blok silinder tunggal tenaga yang dihasilkan cenderung lebih kecil sehingga akselerasinya lemah pada putaran tinggi (kecepatan tinggi), disamping mesin satu silinder menghasilkan getaran yang besar. Kekurangan lainnya, kecepatan puncak biasanya tidak terlalu tinggi juga bobot mesin biasanya besar.

### 2.6.2 Blok Silinder Tipe *In-line*

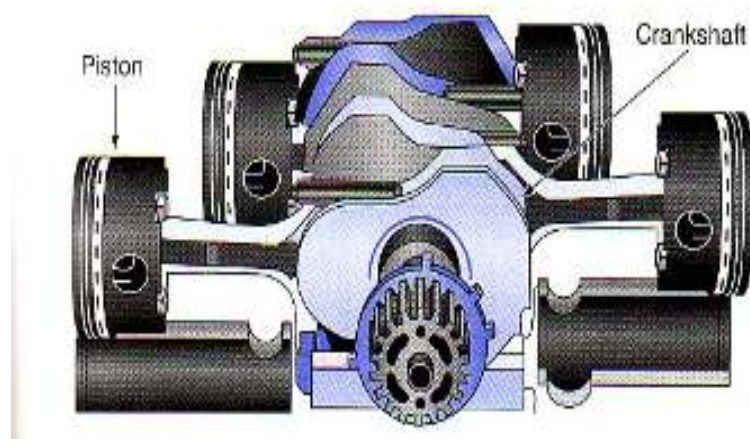


Gambar 2.3 Silinder tipe in-line

Pada tipe *in-line* silinder-silinder disusun dalam satu baris, dan banyak digunakan karena konstruksinya sederhana. Susunan silinder tipe ini mempunyai karakteristik :

1. Konstruksi sederhana
2. Tak banyak getaran
3. Perawatan mudah
4. Bila jumlah silinder lebih dari 4 konstruksi terkesan panjang
5. Keseimbangan getaran jelek jika jumlah silinder kurang dari 4

### 2.6.3 Blok Silinder Tipe Horizontal Berlawanan



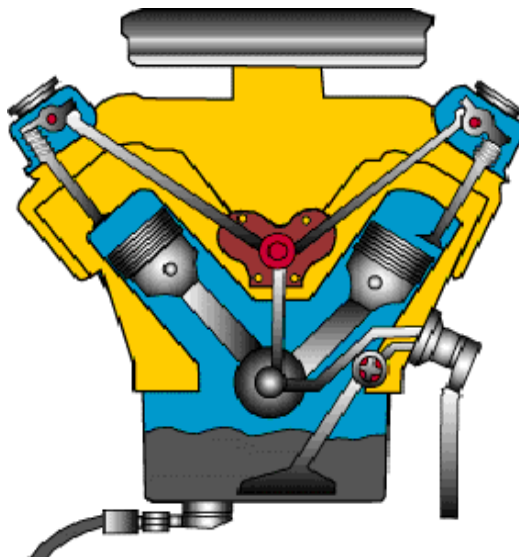
Gambar 2.4 Silinder Tipe Horizontal Berlawanan

Silinder tipe ini disusun secara horizontal dan berlawanan satu dengan yang lain.

Susunan seperti ini dapat menentukan ukuran tinggi mesin, karakteristiknya :

1. Konstruksi pendek dan rendah
2. Keseimbangan getaran lebih baik dari lainnya
3. Perlu 2 kolektor gas buang
4. Saluran isap panjang jika hanya satu karburator

#### 2.6.4 Silinder Type V



Gambar 2.5 Silinder tipe – V

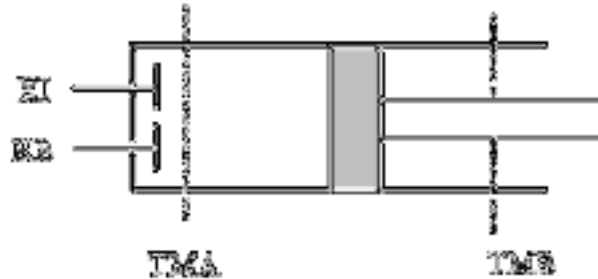
Tipe ini memungkinkan mesin lebih tinggi namun panjangnya menjadi berkurang.

Silinder tipe-V memiliki karakteristik :

1. Konstruksi pendek untuk silinder banyak
2. Poros engkol sederhana ( dua batang torak pada satu pena engkol )
3. Perlu 2 kolektor gas buang
4. Keseimbangan getaran lebih buruk dari motor sebaris

## 2.7 Langkah Torak, Volume dan Diameter Silinder

Langkah torak merupakan jalan yang di tempuh torak dari titik mati atas (TMA) ke titik mati bawah (TMB).



Gambar 2.6 Langkah torak

Dimana :

L : Langkah torak (cm)

V<sub>1</sub> : Volume langkah

V<sub>c</sub> : Volume ruang bakar (cm<sup>3</sup>)

Volume silinder (V) dari satu motor ialah perkalian antara luas penampang torak dengan langkahnya (cm<sup>3</sup>). Ada tiga pengertian volume silinder motor.

1. Volume langkah  $V_L = \pi/4D^2.L$  (cm<sup>3</sup>)
2. Volume ruang bakar  $V_2$ (cm<sup>3</sup>)
3. Volume silinder = volume langkah + volume kompresi =  $V_S = V_1 + V_C$ (cm<sup>3</sup>)

## 2.8 Perbandingan Kompresi Pada Motor Bensin

Yang dimaksud dengan perbandingan kompresi ialah angka perbandingan antara volume di atas torak pada saat berada di titik mati atas dan volume di atas piston pada saat torak berada pada titik bawah.

Perbandingan kompresi ( $\epsilon$ )

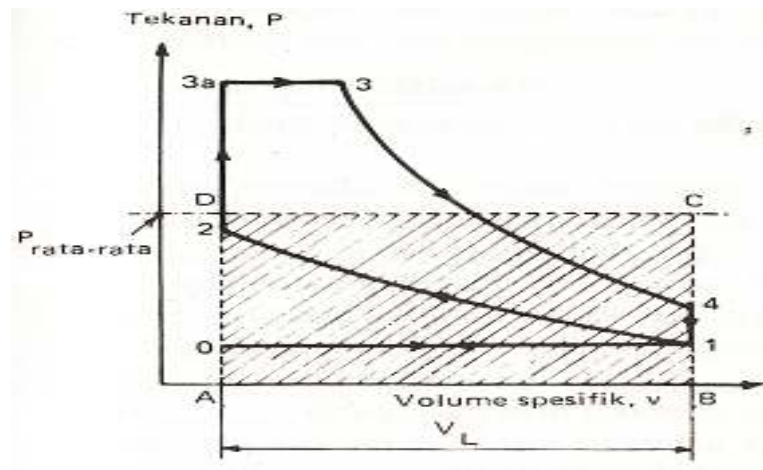
$$\epsilon = (V_1 + V_2 / V_1$$

Dimana :

$\epsilon$  : Perbandingan kompresi

$V_2$  : Volume langkah ( $\text{cm}^3$ )

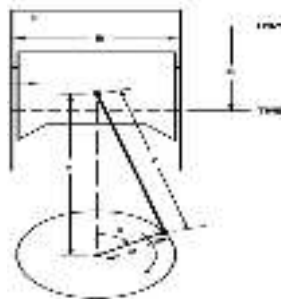
$V_1$  : Volume ruang bakar ( $\text{cm}^3$ )



Gambar 2.7 Diagram p - V

## 2.9 Daya Indikator

Tekanan ini dapat diukur dengan pesawat indikator yaitu dengan menghubungkan bagian atas silinder dengan pesawat tersebut sehingga dapat menghasilkan gambar/diagram yang disebut sebagai diagram indikator. Tekanan gas yang di ambil dari harga P maksimum dan minimum di sebut tekanan rata-rata indikator  $P_m \left( \frac{kg}{cm^2} \right)$  sehingga gaya yang mendorong torak bergerak ke bawah = luas penampang torak dikali dengan tekanan rata-rata.



Gambar 2.8 Diameter dan langkah torak



$$\text{Daya Indikator (N}_i) = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot z \cdot L \cdot p_i \cdot n$$

$$60 \cdot 75 \cdot a$$

Volume langkah ( $V_1$ ) = Luas penampang torak x langkah

$$V_1 = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot L \text{ (cm}^3 \text{ atau cc)}$$

Dimana:

$P_i$  : Tekanan indikator rata-rata ( $\text{kg}_f$  atau N)

D : Diameter silinder

L : panjang langkah torak (m)

n = Putaran mesin (rpm)

z = jumlah silinder

a = jumlah langkah

- . a = 1 ; mesin dua Langkah

- . a = 2 ; mesin empat langkah

## 2.10 Tekanan Efektif Rata-rata

Meskipun efisiensi siklus udara sangat di tentukan oleh perbandingan kompresi tetapi tekanan, temperatur dan kerja yang di hasilkan per siklus tergantung  $p_1$ ,  $T_1$ , dan  $Q_{1-2}$  selain itu selama siklus berlangsung, temperatur dan tekanannya selalu berubah-ubah.

Tekanan *efektif rata-rata* ( $P_{\text{rata-rata}}$ ) di difinisikan sebagai :

$$P_{\text{rata-rata}} = \frac{\text{Kerja per siklus}}{\text{Volume langkah torak}}$$

$$= \frac{W \text{ per siklus}}{V_L} = \frac{JQ_{2-1} \eta}{V_L}, \text{ sehingga}$$

$$\text{Kerja per siklus} = P_{\text{rata-rata}} \times V_L$$

Dengan demikian daya yang di hasilkan oleh motor bakar torak dapat di hitung dengan menggunakan persamaan :

$$N = Prata - rata \times VL . z . n . a . \frac{1}{60 \times 100 \times 70} \text{ (hp)}$$

$$N = \frac{Prata - rata \times VL . z . n . a}{420.000} . \text{ (hp)}$$

Dimana :

N = daya motor (hp)

$P_{rata-rata}$  = tekana efektif rata-rata, (kg/cm<sup>2</sup>)

$V_L$  = volume langkah torak per silinder, (cm<sup>3</sup>)

z = jumlah silinder

n = putaran poros engkol ,putaran per menit

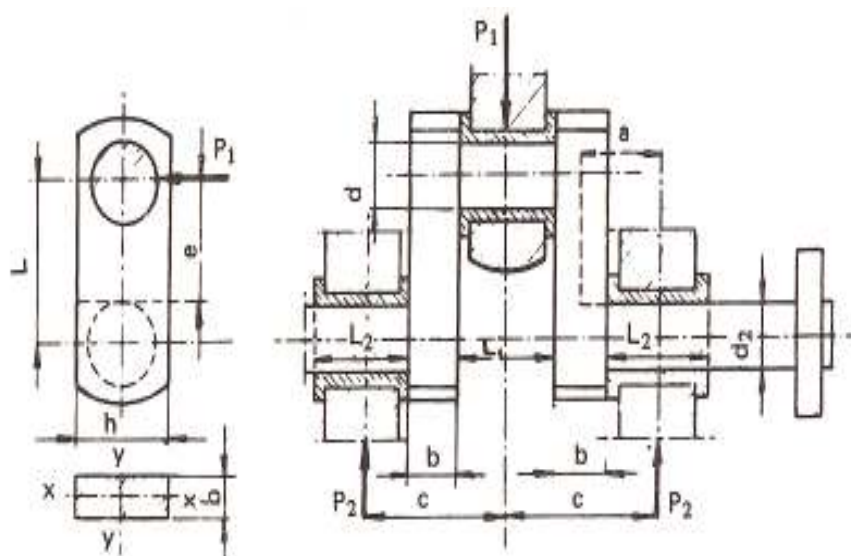
a = jumlah siklus per putaran,  $\frac{siklus}{putaran}$

= 1 untuk motor 2-langkah

=  $\frac{1}{2}$  untuk motor 4-langkah

## 2.11 Poros Engkol

Untuk jelasnya maka kitagambarkan jenis dari engkol sepeda motor dengan macam-macam beban yang di terima



Gambar 2.9 poros engkol sepeda motor

Pena engkol dapat beban lengkung dan beban puntir bila berdiri tegak lurus terhadap pipi engkil momen lengkung di cari dari

Momen puntirnya adalah :

$$M_w = L \cdot p_2 .$$

Pena engkol kalau di tinjau menurut tekanan bidang

$$P_{ek} = (P_1) / (d_1 \cdot L_1) .$$

#### 2.11.1 Momen Puntir Maksimum

$$M_w = P_1 \times L \quad (\text{kg cm})$$

Dimana :

$L$  = Jarak antara titik tengah poros utama dengan pena engkol.

$P_1$  = Gaya maksimum yang bekerja pada pena engkol

#### 2.11.2 Momen Lengkung Maksimum

$$M_b = 0,5 L_2 \cdot P_2 \dots (\text{kg cm}).$$

Dimana :

$L_2$  = Panjang leher poros yang mendapat dukungan bantalan poros dalam cm.

$P_2$  = Gaya reaksi yang bekerja pada leher poros tegak lurus pada poros (kg).

#### 2.11.3 Momen Lengkung Ideal

$$M_i \sqrt{M_b^2 + M_w^2} \dots \dots (\text{kg cm}).$$

#### 2.11.4 Tekanan Pada Bidang Poros

$$P_p = \frac{p_1}{d_2 \cdot L_2} \dots \dots (\text{kg/cm}^2)$$

#### 2.11.5 Tekanan Pada Bidang Pena Engkol

$$P_{pe} = \frac{p_1}{d_1 \cdot L_1} \dots \dots (\text{kg/cm}^2)$$

#### 2.11.6 Beban Tekanan Pada Pipi Engkol

$$P_{fw} = \frac{a_1 p_2}{\frac{1}{6} h b_2} \times \frac{p_2}{bh} \dots \dots (\text{kg/cm}^2)$$

## BAB III

### PENGUJIAN DAN ANALISA

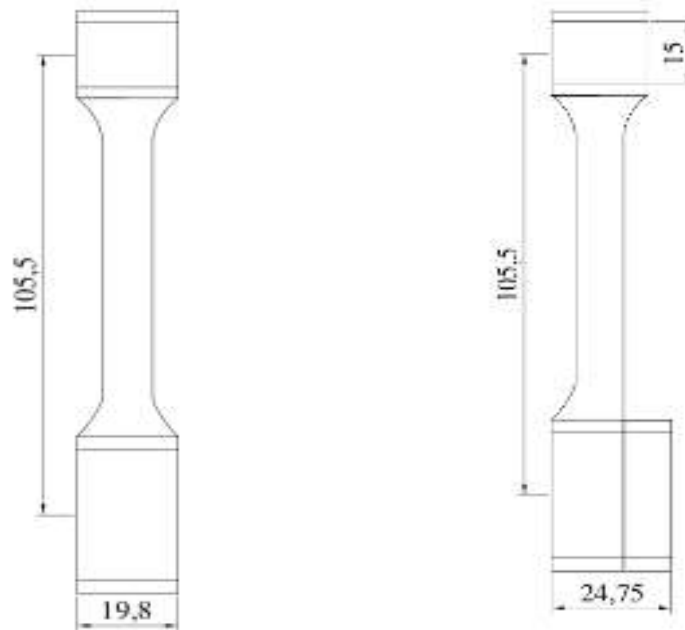
#### 3.1. Pendahuluan

Penelitian dilakukan mulai dari bulan September 2020 sampai dengan bulan November 2020, di Bengkel Work Shop Fakultas Teknik Universitas bandar lampung. Objek penelitian yaitu Honda GL 100 bersilinder satu. Komponen yang dirubah adalah crank case, poros engkol, pulser pengapian dan batang torak. Sedangkan komponen yang ditambahkan yakni blok dan kepala silinder, batang torak, pulser pengapian, CDI dan koil.

Pengujian dan Analisa dilakukan terhadap perhitungan daya mesin, efisiensi,serta gaya-gaya yang bekerja pada poros engkol sebelum dan sesudah terjadinya perubahan.

##### 3.1.1 Spesifikasi Mesin

Description	Specification
Honda GL. 100	
Mesin / Engine	1 silinder/OHC
Pendingin	Udara
Kapasitas silinder	150 cc (cm <sup>3</sup> )
Diameter x langkah	52 mm x 49,5 mm
Perbandingan kompresi	9,2 : 1
Tekanan rata-rata ( $p_m$ )	15 kg/cm <sup>2</sup>
Efisiensi mekanis ( $p_m$ )	70 %
Daya maksimum	12 HP/10000 rpm
Torsi maksimum	0,85kgm/8500 rpm



Gambar 3.1 Batang torak sebelum dan sesudah di potong dan digabungkan

### 3.1.2 Langkah Pemotongan Tebal Batang Torak

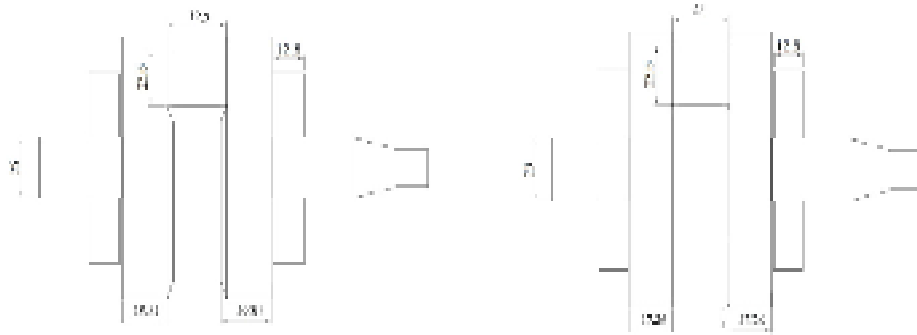
1. tebal awal 1 batang penggerak 19,8mm
2. batang penggerak 1 di potong sebelah saja setebal 1,65mm
3. batang penggerak 2 di potong kanan kiri setebal  $1,65 \times 2 = 3,3\text{mm}$

Jadi tebal batang torak setelah di gabungan  $24,75\text{mm}^2$



Gambar 3.2 Proses pengukuran dimensi

### 3.2 Perubahan Poros Engkol



Gambar 3.3 Poros engkol sebelum dan sesudah dipotong

Pemotongan poros engkol bagian dalam kiri dan kanan setebal setengah kali tebal batang penggerak :

Tebal batang penggerak = 19,8mm

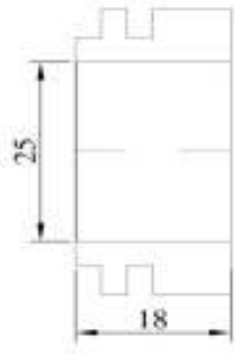
Tebal pemotongan =  $4,95 \times 0,5 = 24,75 \text{ mm}^2$

Setelah bagian dalam poros engkol di potong, maka batang penggerak yang ke dua bisa di pasang untuk penggerak torak tambahan.



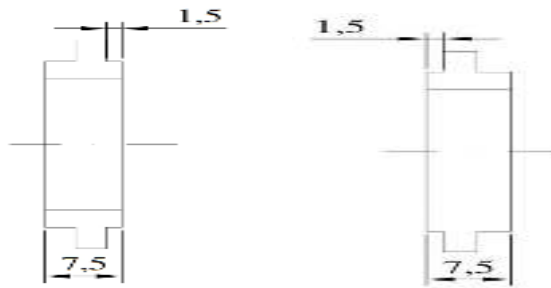
Gambar 3.4 Posisi torak terpasang

### 3.3. Gigi Rasio Teming Chain



Gambar 3.5a Teming chain standar

#### Gigi Rasio Teming Chain 1



Gambar 3.5b Teming chaine setelah di potong

Dari gigi rasio teming chaine di potong atau di bubut Tebal 10,5 mm

Gigi rasio ke dua/tambahan di bubut setebal 10,5 mm



Gambar 3.5c Teming chaine terpasang

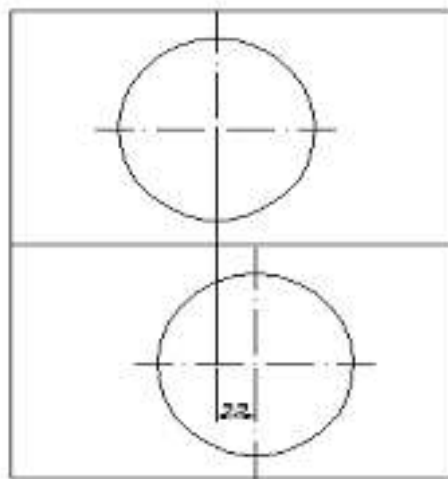
### 3.4 Pembuatanudukan blok tambahan pada poros engkol (*crank case*)

Poros engkol di lubang sebesar lubang silinder dengan sudut kemiringan  $53^{\circ}$  dari blok silinder pertama.



Gambar 3.6a. Blok tambahan  $53^{\circ}$  dari blok standar

Pembuatan lubang blok tambahan dengan di geser sebanyak 9,9mm; Dan garis tengah lobang di geser 9,9mm ke kiri dari garis tengah lubang blok silinder pertama.

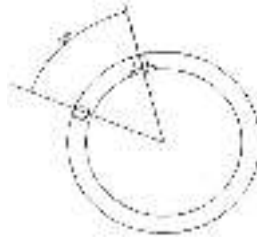


Gambar 3.6b. Penggeseran lubang blok silinder 9,9 mm



### 3.5. Penempatan Pulser ke-2

Pulser ke dua di letakan  $53^{\circ}$  setelah pulser pertama dengan cara di bautkan pada poros engkol.



Gambar 3.7 Penempatan pulser tambahan.

### 3.6. Data Mesin Setelah Modifikasi

Dibawah ini adalah data-data dimensi mesin setelah modifikasi, dimana ukuran-ukuran seperti volume silinder, perbandingan kopresi, volume ruang bakar daya efektif yang di peroleh dari spesifikasi sepeda motor HONDA GL100

Jenis Mesin	: 4 langkah SOHC 2 klep (katup)
Pendingin	: udara
Jumlah Silinder	: 2 Silinder
Kapasitas silinder	: $210 \text{ cm}^3$ ( setelah perubahan )
Diameter	: $52 \text{ mm} = 5,2 \text{ cm}$
Langkah Piston	: $49,5 \text{ mm} = 4,95 \text{ cm}$
Perbandingan kompresi	: 9,2 :1
Tekanan rata-rata ( $p_i$ )	: $15 \text{ kg/cm}^2$
Efisiensi mekanis ( $\eta_m$ )	: 70%

### 3.6.1 Perhitungan Volume Silinder :

$$V_s = \frac{\pi}{4} \times D^2 \times L \times 2 \text{ cm}^3$$

Dimana :

$V_s$  : Volume silinder

$D$  : Diameter Torak

$L$  : Langkah Torak

Jadi

$$\begin{aligned} V_s &= 0,785 \times 5,2^2 \times 4,95 \times 2 \\ &= 210,14 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

### 3.6.2 Perhitungan Daya Indikator ( $N_i$ )

Daya indikator dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$N_i = \left( \frac{\frac{\pi}{4} D^2 \times P_i \times L \times n \times z}{100 \times 60 \times 75 \times a} \right) \text{ (hp)}$$

Diameter torak : 5,2 cm

Tekanan rata-rata : 15 kg/cm<sup>2</sup>

Putaran motor tiap menit : 10.000 rpm

Panjang langkah : 4,95 cm

Motor 4 langkah kerja ganda  $a = 2$

$$N_i = \left( \frac{\frac{\pi}{4} D^2 \times P_i \times L \times n \times z}{100 \times 60 \times 75 \times a} \right) \text{ (hp)}$$

$$= \left( \frac{\frac{\pi}{4} (5,2^2 \times 15 \times 4,95 \times 10.000 \times 2)}{4500 \times 100} \right)$$

$$\begin{aligned}
&= \left( \frac{0,785 \times 27,04 \times 15 \times 4,95 \times 10000 \times 2}{450000} \right) \\
&= \left( \frac{157606020}{450000} \right) \\
&= 35,02 \text{ (hp)}
\end{aligned}$$

### 3.6.3 Perhitungan Daya Efektif ( $N_e$ )

Daya indikator ( $N_i$ ) di kurangi kerugian karena gesekan-gesekan akan menghasilkan daya efektif ( $N_e$ ). Besar kecilnya kerugian karena gesekan akan mempengaruhi efisiensi mekanis ( $\eta_m$ ) jadi daya efektif adalah tenaga yang akan menggerakkan poros engkol.

$$N_e = \eta_m \cdot N_i$$

Diketahui :

1. Efisiensi mekanis ( $\eta_m$ ) = 70% =  $\frac{70}{100} = 0,70$
2. Daya indikator  $N_i = 35,02$  (hp)

Maka daya efektif adalah :

$$\begin{aligned}
N_e &= \eta_m \cdot N_i \\
&= 0,70 \cdot 35,02 \\
&= 24,514 \text{ (hp)}
\end{aligned}$$

### 3.6.4 Perhitungan Daya Motor Rata-rata

Tekanan *efektif rata-rata*  $P_{\text{rata-rata}}$  yang di definisikan sebagai

$$\begin{aligned}
P_{\text{rata-rata}} &= \frac{\text{Kerja per siklus}}{\text{Volume langkah torak}} \\
&= \frac{W \text{ per siklus}}{V_l} = \frac{JQ_{2-1} \eta}{V_l}, \text{ sehingga}
\end{aligned}$$

$$\text{Kerja per siklus} = P_{\text{rata-rata}} \times V_L$$

Dengan demikian daya yang di hasilkan oleh motor bakar torak dapat di hitung dengan menggunakan persamaan

Dimana :

$$N = \text{daya motor (hp)}$$

$$P_{\text{rata-rata}} = \text{tekanan efektif rata-rata, kg/cm}^2$$

$$V_L = \text{Volume langkah torak per silinder, cm}^3$$

$$z = \text{jumlah silinder}$$

$$n = \text{putaran poros engkol, putaran per menit}$$

$$a = \text{jumlah siklus per putaran, } \frac{\text{siklus}}{\text{putaran}}$$

$$= 1 \text{ untuk motor 2-langkah}$$

$$= 2 \text{ untuk motor 4-langkah}$$

$$N = P_{\text{rata-rata}} \times V_L \cdot z \cdot n \cdot a \cdot \frac{1}{60 \times 100 \times 70} \quad (\text{hp})$$

$$= \frac{15 \times 49,5 \cdot 2 \cdot 10000 \cdot 0,5}{420.000} \quad (\text{hp})$$

$$= 17,6 \quad (\text{hp})$$

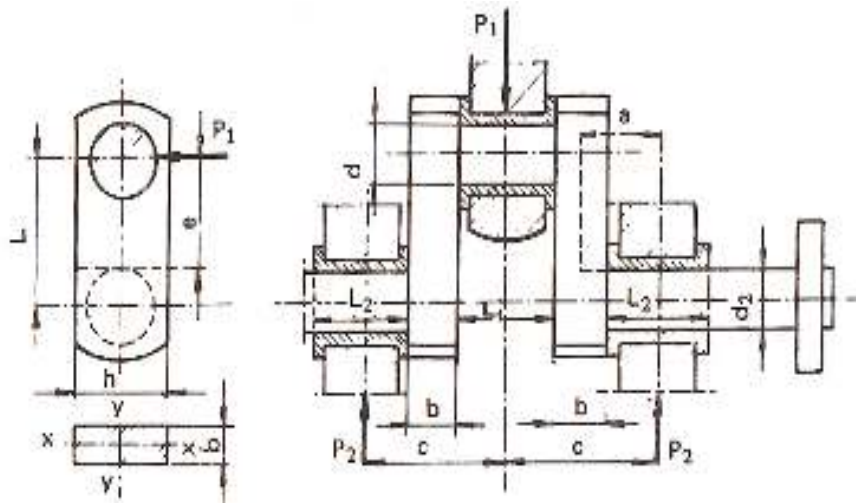
### 3.7. Perhitungan Gaya Yang Dialami Poros Engkol

Poros engkol yang di gunakan adalah poros engkol kembar dengan ukuran-ukuran sebagai berikut :

$$L = 4,02 \text{ cm} \quad L1 = 2,34 \text{ cm} \quad L2 = 2,28 \text{ cm}$$

$$D1 = 3 \text{ cm} \quad D2 = 2,5 \text{ cm}$$

$$a = 1,42 \text{ cm} \quad b = 1,85 \text{ cm} \quad h = 3,36 \text{ cm}$$



Gambar 3.8. Poros engkol kembar

### 3.7.1 Perhitungan Momen Puntir Maksimum

$$MW = P_1 \times L \text{ ( kg cm)}$$

$$L = 4,02 \text{ (kg.cm.)}$$

Dimana :

L = Jarak antara titik tengah poros utama dengan pena engkol

P<sub>1</sub> = Gaya yang bekerja pada pena engkol

Maka :

$$\begin{aligned} P_1 &= ( P_{\text{rata-rata}} \times \frac{\pi}{4} d^2) \\ &= 2( 15 \times \frac{3,14}{4} 2,5^2) \\ &= 2 (147,26) = 294.52 \text{ kg} \end{aligned}$$

Jadi :

$$\begin{aligned} MW &= 294,52 \times 4,02 \\ &= 1183,97 \text{ (kg.cm.)} \end{aligned}$$

### 3.7.2 Perhitungan Momen Lengkung Maksimum

$$M_b = 0,5 \times L_2 \times P_2 \text{ (kg.cm)}$$

$$L_2 = 1,28 \text{ cm}$$

Dimana :

$L_2$  = Panjang leher poros yang mendapat dukungan bantalan (cm)

$P_2$  = Gaya yang bekerjapada leher poros tegak lurus pada poros (kg)

Maka

$$P_2 = P_1 = 294,52 \text{ kg}$$

$$M_b = 0,5 \times L_2 \times P_2 \text{ (kg.cm)}$$

$$= 0,5 \times 1,28 \times 294,52$$

$$= 188,49 \text{ (kg.cm.)}$$

### 3.7.3 Perhitungan Momen Langkung Ideal

$$M_i = \sqrt{M_w^2 + M_b^2} \text{ (kg/cm)}$$

Maka

$$M_i = \sqrt{1183,9^2 + 188,49^2}$$

$$= \sqrt{1401619,21 + 35528,48}$$

$$= 1198,81 \text{ (kg.cm.)}$$

### 3.7.4 Perhitungan Tekanan Pada Bidang Poros

$$K_{bp} = \frac{P_2}{d_2 + L_2} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

= Diameter leher poros

Maka

$$K_{bp} = \frac{294,52}{2,5 \times 2,28}$$

$$= 61,61 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

### 3.7.5 Perhitungan Tekanan Pada Pena Engkol

$$K_{pe} = \frac{P_1}{d_1 + L_1} \quad (\text{kg/cm}^2)$$

$$D_1 = 3 \text{ cm}$$

Maka

$$\begin{aligned} K_{pe} &= \frac{294,52}{3 \cdot 2,34} \\ &= 41,95 \quad (\text{kg/cm}^2) \end{aligned}$$

### 3.7.6 Perhitungan Beban Tekanan Pada Pipi Engkol

$$T_d = \frac{1,42 \cdot 38,}{1/6h b^2} \times \frac{P^2}{bh} \quad (\text{kg/cm}^2)$$

$$a = 1,42 \text{ cm}$$

$$b = 1,85 \text{ cm}$$

$$h = 3,36 \text{ cm}$$

Maka

$$\begin{aligned} T_d &= \frac{1,42 \times 294,52}{\frac{1}{6} \times 3,36 \times 1,85^2} \times \frac{294,52}{1,85^2 \times 3,36} \\ &= \frac{418,21}{1,91} \times \frac{294,52}{11,49} \\ &= 218,95 \times 25,63 \\ &= 5611,68 \quad (\text{kg/cm}^2) \end{aligned}$$

## BAB IV

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 1. Kesimpulan

Dari hasil Modifikasi serta perhitungan dan analisa yang dilakukan terhadap parameter-parameter utama pada proses kerja mesin dari motor Honda GL100 yang dijadikan sebagai objek penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Setiap perubahan atau modifikasi yang dilakukan terhadap mesin dari sebuah sistem pembangkit daya pasti akan menimbulkan dampak baik positif maupun dampak negative terhadap proses kerja mesin.
2. Dampak positif yang mungkin ditimbulkan dari penambahan jumlah silinder pada mekanisme pembangkit daya dari mesin honda GL100 adalah terjadinya peningkatan terhadap daya mesin, tekanan efektif rata – rata dan torsi yang ditimbulkan.
3. Dampak negatifnya adalah berat motor semakin besar, terjadi peningkatan terhadap daya tekan kendaraan dan peningkatan penggunaan bahan bakar serta dampak lainnya yang masih harus diadakan penelitian lanjutan.
4. Terjadi peningkatan daya efektif rata-rata sebesar 46,7 % yakni dari 12 hp menjadi 17,6 hp dengan efisiensi mekanis sebesar 70%. Dan daya indikatornya naik dari sebesar 24,51 hp menjadi 35,02 hp atau sekitar 42,9%. Juga terjadi peningkatan terhadap momen puntir menjadi 1183,97 kg.cm dan beban tekan pada pipi engkol menjadi 5611,68 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 2. Saran

1. Jika ingin menambah tenaga atau daya motor salah satunya dapat dilakukan dengan menambah block silinder. Namun harus dengan tipe dan jenis block silinder yang sama, serta torak yang digunakan juga harus sama dengan tipe dan jenis torak standardnya.
2. Jika ingin mendapatkan hasil yang lebih sebagai pembandingan maka dapat dilakukan penelitian lanjut dengan pilihan parameter yang sama ataupun yang berbeda.



## DAFTAR PUSTAKA

1. Arismunandar Wiranto, *Motor Bakar Torak*, Bandung : ITB, 2002
2. AHM *Buku Pedoman reparasi Honda Supra X 125*. Jakarta: PT. Astra Honda Motor
3. Astu Pudjanarsa, Ir. MT; Djati Nursuhud, Ir. MSME. Prof., *Mesin Konversi Energi*. Yogyakarta: Penerbit Andi, 2006.
4. BPM. Arends dan H. Berenschot, *Motor Bensin*, Jakarta : Erlangga, 1980
5. Darmawan Harsokusoemo. (1999). *Pengantar Perancangan Teknik*. Jakarta: Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi.
6. Handoko Susilo, *Servis Sepeda Motor*, Karya Utama Surabaya, 2003
7. Juken; *Buku Panduan, Bintang Racing Team*, Rev :01/3 September 2013
8. Kristianto Ir., Philip. 2014. "Motor Bakar Torak". Yogyakarta: Andi.
9. Muji setio, ST, MT. *Modul Praktek Teknik Sepeda Motor* Universitas muhammadiyah magelang : magelang,
10. M. Khovakh, *Motor Vehicle Engine*; Mir Publisher, Moskow, 1979
11. <http://repository.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/47147/Chapter%20II.pdf>.  
20/072017 20.30
12. <https://campromaster.wordpress.com/2010/11/19/apa-itu-noken-as-durasi-lift/>  
20/072017 20.30
13. Sularso, dan Suga, K. 2004. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: Pradnya Paramita.
14. Shigley, J.E., dan Mitchell, L.D. (2000). *Perencanaan Teknik Mesin Edisi Keempat Jilid I* (Harahap, G. Terjemahan). Jakarta: Erlangga.
15. Saito, S dan Surdia, T. 2005. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta: Pradnya Paramita.