

## BAB II

### TINJAUAN DASAR PUSTAKA LANDASAN TEORI

#### 2.1 Tinjauan Pustaka.

Observasi terhadap analisis pengaruh perubahan profil *camshaft* dengan menggunakan CDI BRT *Hyper-Band* terhadap unjuk kerja mesin serta mencari referensi yang memiliki relevansi terhadap judul penelitian. Berikut ini adalah beberapa referensi yang berkaitan dengan judul penelitian yaitu sebagai berikut:

Sigit dkk (2008) melakukan penelitian tentang “Pengaruh Variasi CDI Dan Putaran Mesin Terhadap Daya Mesin Pada Sepeda Motor Suzuki Satria F 150cc Tahun 2008”. Penelitian yang dilakukan didapat bahwa terdapat pengaruh antara jenis CDI pada daya performa mesin sepeda motor Suzuki Satria F 150cc tahun 2008. Hal tersebut ditunjukkan bahwa hasil uji analisis  $F_{obs} = 50,691$  lebih besar dari pada  $F_{tabel} = 5,149$  pada taraf signifikansi 1%, daya maksimal sebesar 16,2 Hp didapat pada penggunaan CDI dual band *kurva 2* dengan variasi putaran mesin 9242 Rpm.

Prasetya (2013) melakukan penelitian tentang “Perbandingan Unjuk Kerja Dan Konsumsi Bahan Bakar Antara Motor Yang Mempergunakan CDI *limiter* Dengan Motor Yang Mempergunakan CDI *unlimiter*”. Penelitian yang dilakukan, didapat bahwa penggantian CDI terhadap konsumsi bahan bakar yang dihasilkan terjadi penurunan pada putaran 4000 Rpm motor yang menggunakan CDI *limiter* konsumsi bahan bakar yang dihasilkan sebesar 15,5 cc/mnt sedangkan pada CDI *unlimiter* sebesar 12,8 cc/mnt sehingga terjadi penurunan sebesar 2,7 cc/mnt, pada putaran 6000 Rpm motor yang menggunakan CDI *limiter* konsumsi bahan bakar yang di hasilah sebesar 22,9 cc/mnt, sedangkan pada CDI *unlimiter* sebesar 21,1 cc/mnt, sehingga terjadi penurunan sebesar 1,8 cc/mnt dan pada putara 8000 rpm pada motor yang mempergunakan CDI *limiter* konsumsi bahan bakar yang digunakan sebesar 27,3 cc/mnt sedangkan pada CDI *unlimiter* sebesar 25,8 cc/mnt sehingga terjadi penurunan sebesar 1,5 cc/mnt.

Wijayantara (2014) melakukan penelitian tentang “Analisa Pengaruh Variasi *Lobe Separation Angle* (LSA) Pada *Camshaft* Terhadap Unjuk Kerja

Mesin Supra X 125 Tahun 2008”. Pada jurnal ini membahas tentang analisis pengaruh premium terhadap Daya dan Torsi menggunakan alat *dyno test*. Daya efektif yang dihasilkan oleh *camshaft* modifikasi 102° dan 103° mengalami peningkatan rata-rata 25,24% dan 22,52% dari standar 104°, sedangkan *Torsi* yang dihasilkan oleh *camshaft* modifikasi 102° dan 103° mengalami peningkatan rata-rata 28,30% dan 23,02% dari standar 104°.

Sumasto (2016) melakukan penelitian tentang “pengaruh kinerja mesin motor pada variasi CDI Standar, CDI BRT dan CDI SAT”. Hasil penelitian CDI Standar menghasilkan *Torsi* 17,1 N.m di putaran mesin 4827 Rpm Daya 17,1 HP di putaran mesin 7086 Rpm, sedangkan pada variasi CDI BRT menghasilkan *Torsi* 16,8 N.m di putaran mesin 4606 Rpm Daya 17,3 HP di putaran mesin 6910 Rpm dan pada CDI SAT menghasilkan *Torsi* 17,05 N.m di putaran mesin 4754 Rpm. Hasil penelitian ini menunjukkan kinerja CDI standar masih kurang maksimal.

Qomaruddin (2013) melakukan penelitian Tentang “penggunaan Bahan Bakar Premium - Pertamina Dan Premium - *Etanol* Pada Motor 4 Langkah 110cc”. Penelitian tersebut didapatkan data hasil pengujian menunjukkan kinerja mesin terbaik menggunakan campuran bahan bakar premium – pertamax dengan presentase campuran 50 - 50% menghasilkan *Torsi* sebesar 9,55 N.m pada putaran 5351 Rpm sedangkan daya sebesar 6,43 kW didapat pada putaran 7449 Rpm dan konsumsi bahan bakar (mf) sebesar 0,27 kg/jam.

Yulianto (2013) melakukan penelitian tentang “pengaruh penggunaan bensol sebagai bahan bakar motor empat langkah 105cc dengan menggunakan variasi CDI tipe standar dan *racing*”. Penelitian tersebut didapat hasil sebagai berikut, pada penggunaan bahan bakar premium menghasilkan *Torsi* maksimum sebesar 69.2 N.m dan daya maksimum sebesar 4.9 kW pada CDI *racing*, sedangkan pada penggunaan bahan bakar bensol dengan CDI standar menghasilkan *Torsi* sebesar 6.78 N.m dan dengan CDI *racing* menghasilkan *Torsi* sebesar 6.82 N.m, sedangkan daya yang dihasilkan sebesar 4.7 kW pada penggunaan CDI standar dan CDI *racing*.

Dari beberapa tinjauan pustaka di atas secara keseluruhan mempunyai parameter yang hampir sama yaitu pengaruh buka tutup katup yang dikerjakan oleh *camshaft* terhadap unjuk kerja mesin. Dynotest sebagai alat ukur mengambil data dari sampel percobaan.

## **2.2 Dasar Teori.**

### **2.2.1 Definisi Motor Bakar.**

Menurut Arismunandar (1988) energi dihasilkan dengan proses pembakaran. Dilihat dari proses memperoleh energi termal ini mesin kalor dibedakan menjadi dua, yaitu mesin pembakaran dalam dan mesin pembakaran luar. Pada mesin pembakaran luar, proses pembakaran terjadi di luar mesin energi termal dari gas hasil pembakaran dipindahkan ke fluida kerja mesin melalui beberapa dinding pemisah. Mesin pembakaran dalam pada umumnya sering dikenal dengan motor bakar. Proses pembakaran berlangsung di dalam motor bakar itu sendiri sehingga gas pembakaran yang terjadi sekaligus berfungsi sebagai fluida kerja. Motor bakar adalah alat yang berfungsi untuk mengkonversikan energi termal dari pembakaran bahan bakar menjadi energi mekanis, dimana proses pembakaran berlangsung didalam cylinder mesin itu sendiri sehingga gas pembakaran bahan bakar yang terjadi langsung digunakan sebagai fluida kerja untuk melakukan kerja mekanis.

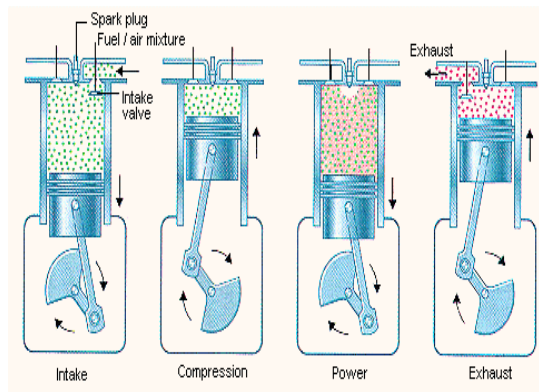
Motor bakar torak mempergunakan beberapa cylinder didalam terdapat komponen torak yang bergerak translasi (bolak balik). Didalam cylinder itulah terjadi pembakaran antara bahan bakar dengan oksigen dari udara. Gas pembakaran yang dihasilkan oleh proses tersebut mampu menggerakkan torak yang oleh batang penghubung (batang penggerak) dihubungkan dengan poros engkol. Gerak translasi torak tadi menyebabkan gerak rotasi pada poros engkol dan sebaliknya gerak rotasi poros engkol menimbulkan gerak translasi pada torak. Pada motor bakar tidak terdapat proses perpindahan kalor dari gas pembakaran ke fluida kerja karena itulah komponen motor bakar lebih sedikit dari pada komponen mesin uap. (Arismunandar, 1988).

### **2.2.2 Mesin Berbahan Bakar bensin**

Motor bakar torak dibagi menjadi dua jenis yaitu motor bensin (*otto*) dan mesin diesel. Perbedaan yang utama terletak pada sistem penyalanya. Bahan bakar pada motor bensin dinyalakan oleh loncatan api listrik diantara kedua elektroda busi. Karena itu motor bensin dinamai juga *Spark Ignition Engines*. (Arismunandar, 1988). Mesin *Otto* atau mesin bensin dari *Nikolaus Otto* adalah sebuah tipe mesin pembakaran dalam yang menggunakan nyala busi untuk proses pembakaran, didesain dan dirancang untuk mempergunakan bahan bakar bensin atau yang sejenis. Mesin diesel berbeda dengan mesin bensin dalam metode pencampuran bahan bakar dengan udara, dan mesin bensin selalu mengandalkan penyalan busi untuk proses pembakaran. Pada mesin bensin, pada umumnya bahan bakar dan udara mengalami proses percampuran sebelum masuk ke ruang bakar, sebagian kecil pada mesin bensin moderen mengaplikasikan injeksi bahan bakar langsung ke cylinder ruang bakar termasuk mesin bensin 2 tak untuk mendapatkan emisi gas buang yang ramah lingkungan. Pencampuran udara dan bahan bakar dilakukan oleh karbulator atau sistem injeksi, keduanya mengalami perkembangan dari sistem manual sampai dengan penambahan sensor-sensor elektronik. Sistem injeksi bahan bakar dimotor *otto* terjadi diluar cylinder, tujuan untuk mencampur udara dengan bahan bakar sepropesional mungkin. Hal ini disebut *EFI*.

### **2.2.3 Prinsip Kerja Motor Bensin 4 Tak**

Motor bakar empat langkah adalah mesin pembakaran dalam dimana pembakaran akan mengalami empat langkah piston dalam satu kali siklus. Pada umumnya, dalam mesin pembakaran pada sepeda motor, mobil, kapal, pesawat terbang, alat berat dan sebagainya menggunakan siklus empat langkah. Ke'empat langkah tersebut adalah langkah hisap (pemasukan), *kompresi*, tenaga dan langkah buang. Yang secara keseluruhan memerlukan dua putaran poros engkol (*crankshaft*) per satu siklus pada mesin bensin atau mesin diesel. Adapun Prinsip kerja motor bakar 4 langkah dapat dijelaskan pada gambar 2.1 berikut:



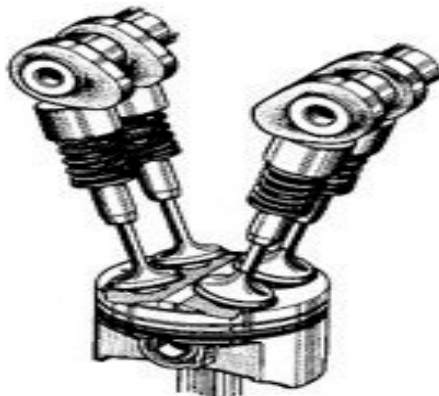
**Gambar 2.1** Skema Siklus Motor Bakar 4 Langkah  
(Bambang, 24 Mei 2013)

1. Langkah pertama adalah langkah hisap dimana piston akan bergerak dari titik mati atas (TMA) ke titik mati bawah (TMB), katup masuk (*intake*) akan terbuka kemudian campuran udara dengan bahan bakar yang sudah tercampur di dalam karburator masuk ke dalam *cylinder* melalui katup in dan saat piston berada di TMB katup masuk akan tertutup.
2. Langkah kedua adalah langkah *kompresi* dimana piston akan bergerak melangkah dari TMB menuju TMA sehingga bahan bakar dan udara yang telah tercampur akan tertekan. Katup masuk dan katup buang tertutup sehingga gas yang telah dihisap tidak keluar pada waktu ditekan oleh torak. Beberapa saat sebelum langkah piston bergerak mencapai TMA busi memercikkan bunga api. Gas bahan bakar yang telah mencapai tekanan tinggi terbakar dan akibat pembakaran bahan bakar, tekanannya akan naik.
3. Langkah ketiga adalah langkah usaha, pada saat langkah *kompresi* hingga langkah usaha terjadi, kedua katup masih dalam keadaan tertutup, gas terbakar dengan tekanan yang tinggi kemudian menekan torak turun ke bawah dari TMA ke TMB, pada langkah ini terjadilah pembakaran. Kemudian tenaga disalurkan melalui batang penggerak, selanjutnya oleh poros engkol diubah menjadi gerak berputar.
4. Langkah keempat adalah langkah dimana gas sisa pembakaran dikeluarkan dari *cylinder*. Katup hisap tertutup dan katup buang terbuka, piston bergerak dari TMB menuju ke TMA, gas sisa hasil pembakaran akan terdorong keluar dari

dalam cylinder melalui saluran katup buang. Ketika piston sudah mencapai TMA poros engkol sudah berputar dua kali.

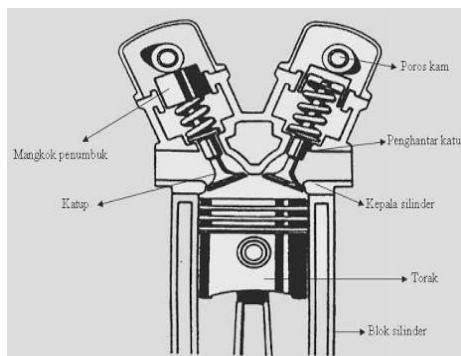
Sarat mesin berjalan dengan maksimal harus memenuhi kriteria pembakaran yang baik yaitu *kompresi* tinggi, pengapian pada waktu yang tepat, penyalaan bunga api pada busi kuwat atau besar serta campuran bahan bakar dan udara tepat.

DOHC (*Double Over Head Camshaft*) adalah *Camshaft* yang mempunyai *over head double* atau lebih tepatnya yaitu mesin yang dalam satu piston mempunyai dua pasang *over head*. Sehingga mesin tersebut mempunyai empat klep, dimana dua klep untuk mengatur masuknya bahan bakar dan dua klep untuk mengatur keluar gas buang (menuju kenalpot). Dan juga pada mesin menggunakan dua noken as yang terletak pada kepala cylinder. DOHC memiliki kelebihan dan kekurangan antara lain;



**Gambar 2.2** Sekema Mesin DOHC

(Najib, 2013)



**Gambar 2.3** Konstruksi Kepala cylinder.

(Arismunandar, 2005)

Kekurangan;

1. Biaya produksi dan perawatan lebih tinggi.
2. Suku cadang dan proses reparasi lebih kompleks.
3. Relatif lebih boros bahan bakar.
4. Memiliki berat yang lebih besar dibanding SOHC.

Kelebihan;

1. Stabil pada rpm tinggi.
2. Tenaga yang dihasilkan lebih besar ( karena memiliki 4 klep dan 2 noken as ).
3. Nilai RPM (*Rotation Per Minute*) dan *top speed* lebih tinggi.
4. *Camshaft* DOHC lebih mudah diolah dari pada SOHC, karena memiliki *camshaft* yang terpisah antara buang dan hisap.

### **2.3 CDI Digital.**

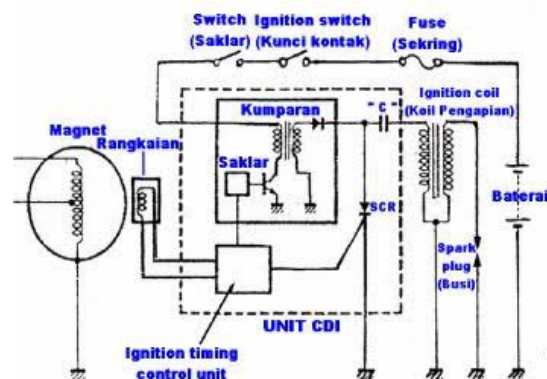
Kemajuan teknologi di bidang sepeda motor mengalami perkembangan yang sangat pesat namun sebaliknya tidak seimbang dengan perkembangan *electronic* yang mengendalikan mesin. Dengan konsep digital semua perangkat yang dikendalikan akan lebih presisi. Oleh sebab itu pengapian sistem ini lebih kearah pengapian yang dikendalikan secara elektrik oleh suatu komponen yang dinamakan CDI (*Kapasitor Discharge Ignition*). Seiring berkembangnya jaman CDI banyak mengalami perubahan diantaranya dengan memodifikasi seperti halnya Digital CDI, yaitu sistem pengapian yang dikendalikan oleh *microcomputer* agar *ignition timing* (waktu pengapian) yang dihasilkan sangat presisi dan stabil sampai RPM tinggi. Akibatnya pembakaran lebih sempurna dan hemat bahan bakar, serta tenaga yang dihasilkan akan sangat stabil dan besar mulai dari putaran rendah sampai putaran tinggi. Digital CDI merupakan pengembangan pertama yang berbasis digital dengan kurva pengapian terprogram untuk menghasilkan *power band* yang sangat lebar dan dapat di *seting* rpm nya sesuai dengan apa yang kita inginkan. Gambar 2.4 CDI BRT *Hyper-Band* untuk motor Suzuki Satria F 150 cc.



**Gambar 2.4** CDI BRT Hyper-Band Untuk Motor Suzuki Satria F 150 cc.

## 2.4 Sistem pengapian CDI-DC (Direct current).

Sistem pengapian CDI arus DC merupakan pengapian yang sumber arusnya berasal dari baterai, Jalur kelistrikan pada sistem pengapian CDI dengan sumber arus DC ini adalah arus yang pertama kali berasal dari kumparan spul pengisian akibat gaya tarik putaran magnet yang menghasilkan arus, selanjutnya diserahkan dengan menggunakan *Rectifier* kemudian dihubungkan ke baterai untuk melakukan proses pengisian (*Charging System*). Dari baterai arus ini dihubungkan ke kunci kontak, CDI unit, koil pengapian, dan busi.



**Gambar 2.5** Sirkuit Sistem Pengapian CDI Dengan Arus DC.

(Suyanto, 1998)

Cara kerja sistem pengapian CDI dengan arus DC yaitu pada saat kunci kontak di *ON*-kan, arus dari baterai akan mengalir ke kumparan penguat arus dalam CDI. Kemudian arus disearahkan melalui dioda dan kemudian dialirkan



menuju *kondensor* untuk disimpan sementara. Akibat putaran mesin, koil pulsa menghasilkan arus yang kemudian mengaktifkan SCR, sehingga memicu *kondensor* atau *kapasitor* untuk mengalirkan arus ke kumparan primer koil pengapian. Pada saat terjadi pemutusan arus yang mengalir pada kumparan primer koil pengapian, maka timbul tegangan *induksi* pada kedua kumparan yaitu kumparan primer dan sekunder dan menghasilkan loncatan bunga api pada busi untuk melakukan pembakaran campuran bahan bakar dan udara.

## **2.5 Baterai.**

Baterai adalah alat yang mampu menghasilkan energi listrik dengan menggunakan energi kimia. Baterai biasanya digunakan untuk menyimpan dan menyuplai arus listrik ke sistem *starter* mesin, sistem pengapian, lampu-lampu, dan sistem kelistrikan lainnya. Komponen ini digunakan pada sistem pengapian konvensional dan elektronik.

## **2.6 Prinsip Kerja *Camshaft*.**

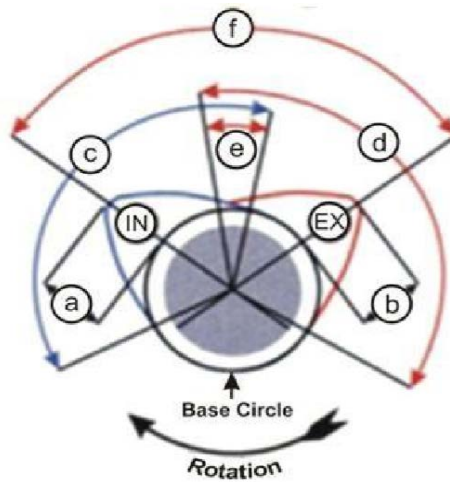
Pada motor bensin empat langkah, bahan bakar masuk keruang *cylinder* setelah mengalami proses pencampuran dengan udara didalam karburator. Masuknya bahan bakar diatur oleh terbuka dan tertutupnya katup hisap dan katup buang. Katup ini terbuka dan tertutup karena kerja dari *camshaft* yang digeraka oleh poros engkol (*crankshaft*). Mekanisme katup ini dirancang sedemikian rupa sehingga *camshaft* berputar satu kali untuk menggerakkan katup hisap dan katup buang setiap dua kali berputarnya poros engkol. *Camshaft* dapat diibaratkan seperti jantung manusia, yaitu sebagian pengatur sirkulasi darah dan suplai makanan yang diberikan bagi tubuh manusia. Pada *camshaft* yang diatur adalah sirkulasi bahan bakar dan udara ( $O_2$ ) yang diperlukan untuk pembakaran yang menghasilkan tenaga.



**Gambar 2.6** *Camshaft Suzuki Satria F 150cc.*

Pada sebuah *camshaft* terdapat bagian-bagian komponen yang masing-masing mempunyai peran penting. Bagian-bagian *camshaft* seperti *IN Open* (waktu buka *valve in*), *IN close* (waktu tutup *valve ex*), *overlap* dan *lobe separation angle* (LSA) akan mempengaruhi banyak sedikitnya campuran bahan bakar dan udara yang masuk ke dalam ruang bakar.

Untuk mendapatkan debit aliran udara dan bahan bakar yang maksimal keruang bakar diperlukan ketelitian yang lebih dalam proses mengatur ulang buka tutup *camshaft*. Maka diperlukan pengaturan yang tepat terhadap *valve lift*, *valve lift duration*, dan *valve lift timing*. Selain variable-variabel tersebut, *lobe separation angle* (LSA) juga mempunyai peran penting yang cukup besar terhadap peningkatan kesempurnaan pembakaran. LSA merupakan jarak pemisah antara puncak *durasi intake* dengan puncak *durasi exhaust*. Dapat dilihat pada gambar 2.7.



**Gambar 2.7.** Bagian-Bagian *Camshaft*  
(Yoyok, 2012)

Keterangan gambar:

- a. Intake Open Lift.*
- b. Exhaust Open Lift.*
- c. Intake Close Duration.*
- d. Exhaust Close Duration.*
- e. Overlap.*
- f. Lobe Separation Angle (LSA).*



**Gambar 2.8.** Titik LSA (*Lobe Operation Angle*).

(Hidayat, 2012)

LSA pada *camshaft* untuk menghasilkan *torsi* dan *daya* yang maksimal dapat dilihat dari tekanan *kompresi* yang dihasilkan, untuk mendapatkan tekanan *kompresi* yang tinggi, pembukaan katup hisap (*in open*) dipercepat sebelum titik mati atas (TMA) dan penutupan katup hisap (*in close*) diperlambat setelah titik mati bawah (TMB). LSA dan *overlap* saling berhubungan, dengan memperlebar LSA akan mengurangi jarak *overlap* dan sebaliknya jika mempersempit LSA akan menambah jarak *overlap* dengan catatan *lift duration* yang digunakan tetap. Untuk meningkatkan *overlap* dapat dilakukan dengan cara mempersempit LSA hal ini akan mengurangi kevakuman di dalam *intake manifold* pada putaran bawah. Untuk mengetahui besarnya LSA harus mengetahui terlebih dahulu waktu pembukaan dan penutupan katup (*in open, in close, ex open, ex close*). Setelah diperoleh datanya dapat dicari besar LSA nya.

**Tabel 2.1** Efek dari perubahan *camshaft*.

<b>Cam Change</b>	<b>Typical Effect</b>
Durasi Tinggi	Menggeser rentang ke RPM atas.
Durasi Rendah	Menambah torsi putaran bawah.
Overlapping Besar	Dapat menjaga Suhu mesin, meningkatkan power pada rpm atas.
Overlapping Kecil	Meningkatkan Respon Pada RPM Bawah, suhu mesin sangat cepat panas.
Mengurangi LSA	Meningkatkan torsi, Akselerasi cepat, Powerband lebih sempit.
Menambah LSA	Powerband lebih lebar, Power memuncak stasioner lembut.

## **2.7 Cara pengukuran buka tutup katup.**

Pengukuran durasi noken as dimulai saat klep mulai terangkat dan saat klep mulai menutup.

Ada tiga cara dalam mengukur durasi noken as;

1. Tehnik STS durasi dihitung saat klep mulai terangkat 0,02 mm sampai 0.02 mm sebelum menutup.
2. Tehnik Inggris durasi dihitung saat klep mulai terangkat 1,25 mm sampai 1,25 mm sebelum menutup.
3. Tehnik Jepang durasi dihitung saat klep mulai terangkat 1 mm sampai 1mm sebelum menutup.

Kita bisa memakai salah satu dari ketiga tehnik diatas, asalkan kita mencantumkan tehnik mana yang kita gunakan. Kebanyakan mekanik-mekanik di tanah air sering menggunakan tehnik jepang, yaitu durasi diukur mulai klep membuka pada angkatan 1mm.

Rumus untuk menghitungnya adalah,

Durasi Intake (klep IN) = in open + 180° + in close

Durasi Exhaust (klep EX) = ex open + 180° + ex close

Total Durasi = Durasi Intake + Durasi Exhaust / 2

Angka 180° adalah sudut yang dihasilkan dari putaran as kruk dalam sekali siklus hisap maupun buang 180°.

Contoh cara menghitung durasi dengan menggunakan rumus tersebut;

Bila diketahui, klep *Intake (in open)* membuka 23° sebelum *TMA* dan (*in close*) menutup 47° setelah *TMB* dan klep *Exhaust (ex open)* membuka 47° sebelum *TMB* dan (*ex close*) menutup 23° setelah *TMA* maka:

1. Durasi klep Intake = 23° + 180° + 47° = 250°

Durasi klep Exhaust = 47° + 180° + 23° = 250°

2. Total durasi = Durasi klep Intake + Durasi klep Exhaust dibagi 2

Total Durasi = 250° + 250° / 2 Total Durasi = 250°

3. Derajat Center (pusat bubungan).

Derajat Center Intake = Durasi klep Intake / 2 - Buka Intake

Derajat Center Exhaust = Durasi klep Exhaust / 2 - Tutup Exhaust

4. Derajat Center (pusat bubunga)

Derajat Center Intake = 250° / 2 - 23° = 102°

Derajat Center Exhaust = 250° / 2 - 23° = 102°

5. LSA = Derajat Center Intake + Derajat Center Exhaust / 2

= 102° + 102° / 2

LSA = 102°

6. Overlapping = Buka Intake + Tutup Exhaust

$$= 23^{\circ} + 23^{\circ} = 46^{\circ}$$

$$\text{Overlapping} = 46^{\circ}$$

## 2.8 Cara pengukuran konsumsi bahan bakar.

Yaitu menggunakan wadah bekas oli samping yang sudah dibersihkan kemudian dipasang pada bagian (lebih tinggi dari karbulator).

1. Menyambungkan selang yang langsung menyalur pada karbulator.
2. Menakar bahan bakar menggunakan gelas ukur 1000 ml.
3. Memasukan bahan bakar kedalam gelas ukur 200 ml.
4. Melihat kilometer awal dan mencatat.
5. Motor di kendarai dengan kecepatan konstan 60 dan 80 km/jam.
6. Selalu melihat kilometer jika sudah mencapai 5 km maka langsung dilakukan pemberhentian motor dan mematikan mesin.
7. Menguras bahan bakar dari wadah, langsung memasukan kedalam gelas ukur.
8. Melihat pengurangan bahan bakar yang semula 200 ml kemudian melakukan perhitungan dengan cara data awal di kurang data akhir.
9. Maka di dapat 5 km/ml.



**Gambar 2.9.** Gelas ukur 1000 ml.