

## **BAB 3**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimental dengan rangkaian urutan kegiatan sebagai berikut:

- memilih subjek penelitian
- melakukan studi literatur
- melakukan pembuatan sistem penyaluran gas
- melakukan instalasi alat uji
- melakukan eksperimen pengujian
- mengumpulkan dan mengolah data-data yang diperoleh serta mengevaluasinya
- mempresentasikan hasil penelitian dalam bentuk grafik-grafik dan kemudian melakukan analisis.

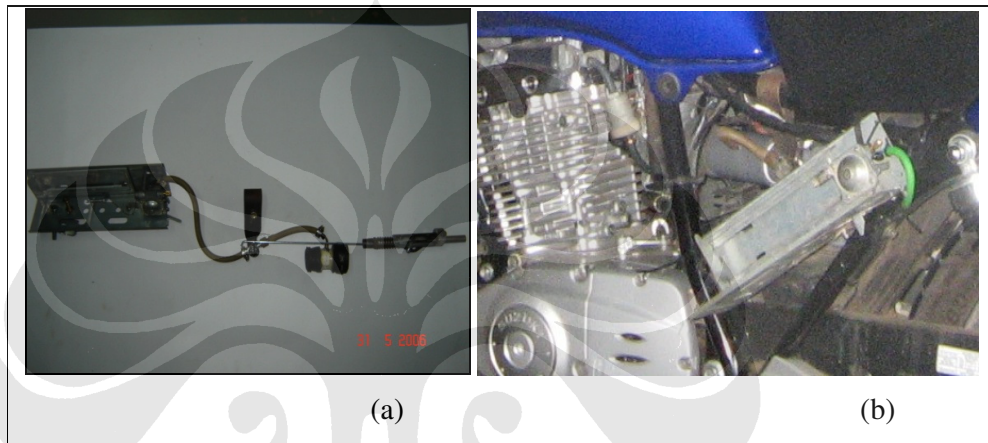
#### **3.1 PROSES Pengerjaan Sistem Pemasukkan Gas**

Sistem pemasukkan LPG yang digunakan yaitu dengan menggunakan mekanisme yang memungkinkan pemasukkan gas terjadi pada saat putaran tertentu sesuai dengan besarnya putaran grip. Dengan mekanisme ini besarnya aliran gas akan semakin besar seiring dengan besarnya putaran grip. Pada sistem ini kawat yang berasal dari grip dibuat bercabang. Satu cabang dihubungkan dengan karburator dan cabang yang lain dihubungkan dengan mekanisme pemasukkan gas.

Sistem pemasukan LPG yang digunakan pada penelitian sebelumnya diperbaiki dengan menambahkan *venturi mixer* pada sistem tersebut. Sehingga sistem pemasukkan gas yang digunakan terdiri atas kompor gas portable, katup penghubung, selang bahan bakar, nosel dan *venturi mixer*. Kompor gas portable digunakan sebagai tempat meletakkan tabung gas yang akan diuji dan sebagai pengatur aliran gas awal. Katup penghubung digunakan sebagai alat yang terhubung dengan mekanisme yang memungkinkan katup ini terbuka seiring dengan putaran grip.

Selang bahan bakar digunakan sebagai saluran gas LPG yang digunakan yang menghubungkan kompor gas portable dengan katup dan antara katup dengan

nosel. Mekanisme dibuat sedemikian rupa sehingga memungkinkan terbukanya katup gas seiring dengan putaran grip. Pada motor, *venturi mixer* disambungkan ke karburator dengan menggunakan karet dan klep pengencang. Saluran gas disambungkan ke *venturi mixer* melalui satu lubang yang telah dibuat di pipa lurus. *Venturi mixer* ini dipasang untuk menggantikan pipa yang digunakan pada penelitian sebelumnya sebagai tempat bercampurnya udara dan LPG. Gambar penempatan saluran aliran gas elpiji dapat dilihat dibawah ini:



**Gambar 3.1** (a) Sistem penyaluran gas LPG model lama  
(b) Penempatan sistem penyaluran gas LPG pada sepeda motor model baru (*venturi mixer*)

### INSTALASI ALAT UJI

Peralatan uji yang digunakan dalam penelitian antara lain:

- Motor Suzuki Thunder 125
- Sistem penyaluran gas LPG
- *Multigas Infra Red Gas Analyzer*
- Dinamometer *Dyno Dynamics*
- Timbangan digital merk AND tipe EK-2000i
- Gas LPG kecil (*Iwatani*) sebagai bahan bakar gas
- *Venturi mixer*
- Gelas ukur dengan ukuran maksimum 1000 ml dan ketelitian 10 ml.
- Gelas ukur dengan ukuran maksimum 100ml dan ketelitian 1 ml
- *Stopwatch*

- *Speedometer, and tachometer*

Detail beberapa peralatan uji adalah sebagai berikut:

#### 1. Spesifikasi Mesin Suzuki Thunder 125

Kapasitas silinder	: 124 cc 4 langkah
Tipe mesin	: satu silinder
Diameter x langkah	: 57 x 48,8 mm
Rasio kompresi	: 9,2 : 1
Daya mesin maksimum	: 11,5 PS (9500 rpm)
Gigi Transmisi	: 5 speed
Sistem pengapian	: CDI
Kopling	: Manual, constant mesh
Kapasitas pelumas	: 1,1 liter
Sistem Starter	: kick starter dan listrik

#### 2. Sistem penyaluran gas LPG

Kompur gas portabel : bagian yang digunakan adalah sistem penyaluran gas yang terdiri dari dudukan tabung dan katup.

(a)

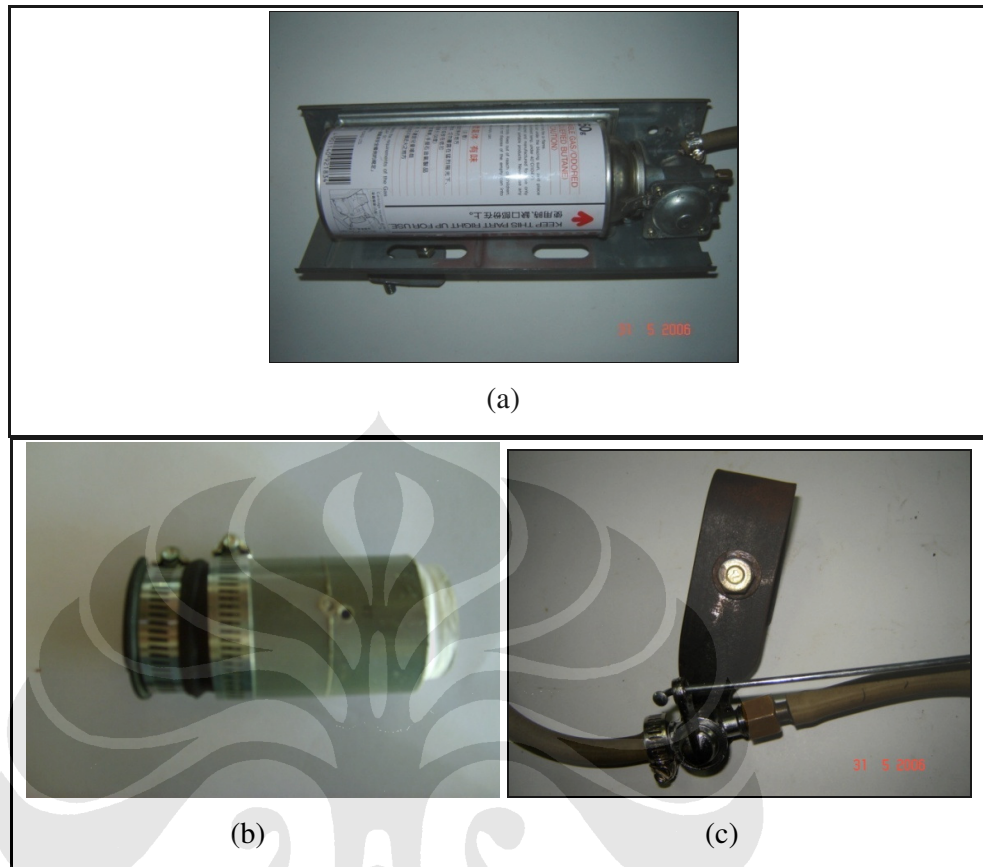
Mekanisme : bagian ini berfungsi sebagai sistem yang memungkinkan penyaluran gas terjadi sesuai dengan besarnya putaran *throttle*, dan dapat diatur saat gas terbuka.(b)

Selang : Selang menyalurkan gas dengan menghubungkan kompor gas *portable* dengan katup dan antara katup dengan nosel.

Nosel : Nosel yang merupakan bawaan kompor gas.(c)

Katup penghubung : bagian ini merupakan katup regulator yang biasa digunakan pada sistem bahan bakar.(d)

Venturi *mixer* : bagian ini berfungsi untuk mencampur udara dan LPG



**Gambar 3.2.** (a) Kompor gas portabel, (b) *Venturi mixer* dan (c) Katup penghubung

### 3. Spesifikasi *Gas Analyzer*

Merek	: <i>Tecnotest</i>	
Model	: 488	
Jenis	: <i>Multigas Tester</i> dengan infra merah	
Negara pembuat	: Italia	
Tahun produksi	: 1997	
Jangkauan pengukuran		
- CO	: 0 – 9,99	% Vol res 0,01
- CO <sub>2</sub>	: 0 – 19,99	% Vol res 0,1
- HC	: 0 – 9999	ppm vol res 1
- O <sub>2</sub>	: 0 – 4	% Vol res 0,01
	: 4 – 25,0	% Vol res 0,1
- NO <sub>x</sub>	: 0 – 2000	ppm Vol res 5
- Lambda	: 0,500 – 2,000	res 0,001

- Temp. operasi	: 5 – 40 °C
Hisapan gas yang dites	: 8 L/menit
Waktu respons	: < 10 detik ( untuk panjang <i>probe</i> 3 m)
Dimensi	: 400 x 180 x 420 mm
Berat	: 13,5 kg
Waktu pemanasan	: maksimal 15 menit
Sumber tegangan	: 110/220/240 V, 50/60 Hz

Tes kebocoran dan kalibrasi otomatis.

Kontrol aliran internal dan kalibrasi secara otomatis.

#### Prinsip Kerja *Infra Red Gas Analyzer*

Gas Analyzer akan menganalisis kandungan gas buang dan menghitung campuran udara-bahan bakar (*lambda*). Gas buang diukur dengan memasukkan probe ke dalam gas buang kendaraan. Gas buang yang dianalisis telah dipisahkan dari kandungan airnya melalui saringan kondensasi yang lalu diteruskan ke sel pengukuran.

Pemancar akan menghasilkan sinar infra merah yang dikirim melalui filter optis ke penerima sinar infra merah untuk menganalisis kandungan gas buang berupa CO, HC, CO<sub>2</sub>, yang lalu diteruskan ke *amplifier* dan selanjutnya ditampilkan di *display*. Gas yang terdapat pada sel ukur akan menyerap sinar infra merah dengan panjang gelombang yang berbeda tergantung dari masing-masing konsentrasi gas. Gas H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, dan O<sub>2</sub> (memiliki nomor atom yang sama) akan membentuk komposisi molekul dan tidak menyerap sinar infra merah. Sehingga pengukuran ketiga komponen tersebut melalui sensor kimia.

#### 4. Dinamometer

Merk	: <i>Dyno Dynamics</i>
Model	: <i>Lowboy chassis AWD</i>
Spesifikasi	
- Max. Power (Depan)	: 450 kW (600HP)
- Max. Power (Belakang)	: 450 kW (600HP)
- Max. Power gabungan	: 900 kW (1200HP)
- Kapasitas Beban	: Berat kendaraan 4,500kg (10,000 lbs)

- Max. Speed : 250 km/h (150mph)
- Wheel Base Min. : 2,250mm (88.5")
- Wheel Base Max. : 3,500mm (138")



**Gambar 3.3** *Lowboy chassis AWD*

Perhitungan-perhitungan yang dapat dihasilkan antara lain

1. Tenaga yang dihasilkan
2. *Tractive Effort*
3. Torsi mesin
4. *Air Fuel Ratio* atau *lambda*
5. Kecepatan roda
6. Kecepatan putaran mesin
7. *Manifold vacuum/boost*
8. Temperatur udara masuk
9. HC, O<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>
10. *Diesel Opacity*
11. *Odometer*

Jenis kendaraan yang dapat di diagnosa oleh dinamometer *dynodynamics*

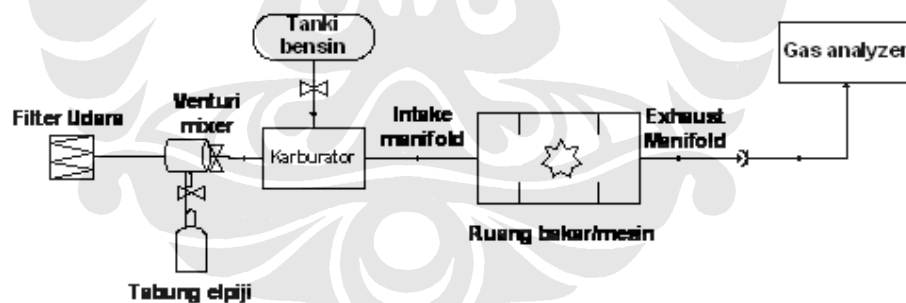
1. *Rear wheel drive*/Tarikan roda belakang (2WD)
2. *Front wheel drive*/ Tarikan roda depan (2WD)
3. Kendaraan FWD/AWD

4. *Recreational vehicles (RV)*
5. Kendaraan balap dengan 2WD/4WD
6. *Sport Utility Vehicles (SUV)*
7. *Light commercial vehicles*
8. Sepeda motor

Menu Transmisi yang dapat dipilih

1. *Rear wheel drive*
2. *Front wheel drive*
3. *All wheel drive*
4. *Locked front:rear AWD/4WD*
5. *Full time AWD/4WD*
6. *Viscous coupled AWD/4WD*
7. *Interlligent European AWD/4WD*

Kemudian seluruh peralatan uji tersebut dirangkai seperti yang tergambar dalam skema berikut ini:



**Gambar 3.4** Skema Pencampuran Bahan Bakar

Perlu diketahui, data-data prestasi mesin yang diperoleh dari eksperimen dengan alat uji di atas pada penelitian ini merupakan data-data terukur karena tidak mewakili nilai sebenarnya dari suatu parameter yang diukur sehingga analisis hasil pengolahan data dilakukan dengan membandingkannya dalam bentuk persen untuk tiap perubahan variabel gas elpiji.



### 3.3 PERSIAPAN PENGUJIAN

Kegiatan persiapan yang dilakukan sebelum melakukan pengujian dimaksudkan untuk memperoleh data terukur yang lebih akurat dan presisi. Persiapan-persiapan tersebut mencakup beberapa pemeriksaan dan pemanasan alat uji seperti:

- Pemeriksaan kondisi motor secara umum dan pemeriksaan sambungan-sambungan pada sistem penambahan elpiji.
- Menempatkan sepeda motor diatas sasis *dyno test*, kemudian mengikatnya menggunakan *strap* yang kuat agar posisi ban belakang dari sepeda motor tepat diatas bantalan *roller*.



**Gambar 3.5** Pengikatan motor dan penempatan diatas *roller*

- Melakukan kalibrasi antara rasio gigi terhadap kecepatannya, dalam hal ini percobaan dilakukan menggunakan perseneling gigi 1 dengan pertimbangan agar kerja kopling motor tidak terlalu berat. Perlu diketahui bahwa posisi gigi 1 ataupun gigi yang lainnya sama-sama menghasilkan *output* yang sama.
- Pemeriksaan *filter*, *probe*, sambungan selang, dan sambungan listrik *gas analyzer*.





**Gambar 3.6** *gas analyzer*

- Pemanasan mesin hingga dicapai kondisi operasi dan putaran idle selama kurang lebih lima menit.
- Pemanasan *gas analyzer* maksimal selama 15 menit.

#### Prosedur Menghidupkan *Gas Analyzer*

1. Menghubungkan kabel utama *Gas Analyzer* ke sumber listrik.
2. Menekan tombol '**ON/OFF**' di bagian belakang untuk menyalakan *gas analyzer*.
3. Setelah alat menyala, pada display kiri atas muncul kode '**01**' yang berarti proses pemanasan alat yang berlangsung maksimal 15 menit.
4. Selanjutnya, pada display akan muncul kode '**21**' yang berarti sedang berlangsung proses kalibrasi otomatis selama  $\pm 2$  menit.
5. Setelah proses kalibrasi selesai, alat akan mengukur kandungan  $O_2$  di udara bebas (sekitar 21 % vol), kemudian menekan tombol '**pump**' untuk menampilkan kode '**03**' yang berarti *gas analyzer* berada dalam kondisi *stand by* dan siap untuk digunakan.

#### Prosedur Pengoperasian *Gas Analyzer*

1. Memasang kabel pengukur kecepatan putaran mesin pada kabel busi dengan memperhatikan arah tanda panah.
2. Memasukkan *probe* ke dalam knalpot lalu menekan tombol '**pump**' dan alat segera akan melakukan pengukuran.
3. Menunggu hingga seluruh komponen gas buang sudah tampil dan menunjukkan nilai yang stabil, lalu menekan tombol '**print**' untuk mencetak hasil pengukuran.
4. Mengeluarkan *probe* dari knalpot.

5. Menekan tombol '*pump*' setelah proses mencetak selesai agar alat kembali kepada posisi *stand by*.
6. Hal-hal yang perlu diperhatikan:
  - Bila pada alat muncul kode '**71**' (*vacuum too low*) atau '**72**' (*vacuum too high*) berarti aliran gas dari knalpot yang masuk ke dalam alat mengalami penyumbatan yang kemungkinan disebabkan selang terjepit, tertekuk, atau terjadi kebocoran. Hal ini dapat diatasi dengan memeriksa kondisi alat dan menyemprotkan aliran udara kompresor pada selang dan probe.
  - Kode '**81**' (*voltage too high*) dan kode '**82**' (*voltage too low*) akan muncul bila tegangan listrik terlalu tinggi / rendah.
  - Kode '**92**' (*span O<sub>2</sub> factor*) akan muncul bila sensor oksigen terlepas atau masa pakai sudah habis dan perlu diganti (1-2 tahun).
  - Kode '**00**' akan muncul jika alat perlu diset ulang dengan mematikan alat selama 10 detik lalu dihidupkan kembali.
  - Kode '**61**' berarti alat sedang melakukan tes kebocoran. Apabila setelah itu muncul kode '**65**', maka alat mengalami kebocoran.

#### Prosedur Mematikan *Gas Analyzer*

1. Memastikan alat berada pada kondisi *stand by* (pada *display* muncul kode '**03**') dan kemudian alat dimatikan dengan menekan tombol '*ON/OFF*'.
2. Melepaskan kabel utama dari sumber listrik.
3. Membersihkan embun pada selang dan filter pemisah kondensasi serta sisa karbon pada *probe* dengan menyemprotkan aliran udara kompresor agar tidak mampat saat digunakan lagi.

### 3.4 PROSEDUR PENGAMBILAN DATA

Dalam proses pengujian motor dengan penambahan LPG ini, diperlukan data-data yang digunakan untuk proses penganalisisan hasil pengujian. Data-data tersebut antara lain adalah laju aliran massa LPG, konsumsi bahan bakar, daya dan torsi mesin, gas buang, serta akselerasi. Kesemuanya diambil dengan

memvariasikan bukaan katup regulator kompor LPG dan jumlah lubang pada *venturi mixer*.

### 3.4.1 Pengambilan data dengan Dynamometer

1. Seluruh pengambilan data dilakukan diatas mesin *dyno test* dimana terlebih dahulu kita harus memposisikan sepeda motor tepat diatas bantalan *roller* yang telah ditentukan. Pengambilan data ini dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu pada saat motor dalam keadaan standar, tanpa tambahan LPG dan pada saat dilakukan penambahan LPG. Hasil dari pengambilan data ini adalah :

- a. Putaran mesin (RPM), range yang diuji adalah 3000 sampai dengan 7000 rpm
- b. Rasio antara 1<sup>st</sup> *gear* dengan kecepatan kita dapatkan 222,2 : 1
- c. Komposisi propana dan butana yang terkandung dalam LPG
- d. Nilai *lambda* ( $\lambda$ )

Dari pengujian tersebut di atas akan didapat data-data daya mesin, torsi, dan AFR.

2. Pengambilan data tahap pertama dimulai dengan pengetesan motor tanpa tambahan LPG, range RPM yang diuji adalah 3000 sampai dengan 7000. Pengambilan data ini dilakukan sebanyak tiga kali dengan kondisi yang sama untuk mendapatkan data yang valid dan kemudian diambil data yang paling akurat.

3. Sedangkan tahap kedua dilakukan pengetesan dengan melakukan penambahan LPG pada motor. Pada tahap yang kedua ini dilakukan tiga variasi bukaan katup regulator kompor yakni pada bukaan 180<sup>0</sup>, 270<sup>0</sup>, dan 360<sup>0</sup>. Pada masing variasi bukaan katup, data diambil juga data sebanyak tiga kali.



**Gambar 3.7** proses pengambilan data dengan Dynamometer

### 3.4.2 Pengambilan data analisis gas buang

Untuk pencatatan data gas buang, pengambilan data ini dilakukan tanpa dan dengan penambahan LPG pada ketiga variasi bukaan katup, putaran mesin yang diuji mulai dari rpm 4000 sampai dengan 7000 pada kenaikan tiap 1000 rpm. *Probe* dimasukan kedalam knalpot dan ketika putaran mesin yang dipilih telah stabil maka data emisi di catat ketika beberapa gas telah menunjukkan % vol dan ppm yang stabil. Pada proses pengambilan data ini putaran *gearbox* diposisikan pada persneling gigi 1 dengan perbandingan rasio 222,2 : 1.

Hal yang perlu diperhatikan dalam pengujian ini adalah Pemasangan *probe* ke dalam knalpot paling sedikit sedalam 20 cm. Pengambilan data dengan mengisi tabel pada lembar pengambilan data.

### 3.4.3 Prosedur Pengambilan Data Konsumsi Bahan Bakar

Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan berdasarkan prosedur sesuai standar yang ada. Prosedur pengambilan data ini merujuk dari SNI 09-4405-1997 untuk uji unjuk kerja jalan dan SNI 09-1400-1995 untuk uji percepatan. Data yang diperoleh merupakan data konsumsi bahan bakar dan percepatan sepeda motor. Selain itu, konsumsi LPG juga diukur.

Pengambilan data dilakukan di lingkungan kampus Universitas Indonesia Depok dengan melakukan pengujian jalan terhadap sepeda motor yang diuji. Pengambilan data dilakukan dengan variasi *venturi mixer* dan bukaan katup gas.

Hasil pengambilan data pada penelitian ini merupakan data terukur. Hal ini disebabkan karena data-data ini tidak mewakili nilai sebenarnya dari suatu parameter yang diukur. Dengan demikian, analisis yang dilakukan terhadap data-

data tersebut berdasarkan nilai persentase pengaruh yang dihasilkan untuk setiap variasi *venturi mixer*.

Sebelum dilakukan pengujian, beberapa persiapan perlu dilakukan supaya data yang diperoleh lebih terukur, lebih akurat dan presisi. Persiapan-persiapan tersebut mencakup beberapa pemeriksaan dan pemanasan alat uji seperti :

1. Pemeriksaan kondisi motor secara umum dan pemeriksaan sambungan-sambungan pada sistem penambahan LPG dan saluran bahan bakar.
2. Pemanasan mesin hingga dicapai kondisi operasi dan putaran *idle* selama lebih kurang lima menit.
3. Pengukuran temperatur lingkungan, temperatur oli dan temperatur busi. Pencatatan ini dilakukan setiap sebelum dan sesudah satu set putaran.
4. Pengukuran massa gas LPG. Pencatatan ini dilakukan setiap sebelum dan sesudah satu set putaran.



**Gambar 3.8** Pengukuran massa gas

Prosedur pengambilan data konsumsi bahan bakar pada penelitian ini merujuk pada SNI 09-4405-1997 tentang Cara uji unjuk kerja jalan sepeda motor:

#### **Ruang Lingkup**

Standar ini meliputi kondisi uji, alat uji dan cara uji untuk kerja jalan untuk sepeda motor

#### **Kondisi Uji**

Pengujian ini harus dilakukan dengan kondisi sebagai berikut:

1. Berat pengendara  $55 \pm 5$  kg
2. Kondisi sepeda motor harus sesuai dengan spesifikasi pabrik dan sebelum dilakukan pengukuran, sepeda motor harus sudah beroperasi pada suhu normalnya.
3. Tempat uji meliputi jalan datar, tanjakan landai, tanjakan tinggi, tikungan, jalan beton, jalan berbatu dan sebagainya.

### **Alat Uji**

Alat uji unjuk kerja jalan sepeda motor meliputi:

1. Perlengkapan pengukuran konsumsi bahan bakar
2. Alat pencatat waktu otomatis/manual dengan ketelitian minimal 1/100 sekon.
3. Alat pengukur jarak
4. Alat pengukur suhu

### **Cara Uji**

1. Untuk uji unjuk kerja jalan sepeda motor, jarak yang ditempuh 100 km meliputi jalan datar, tanjakan landai, tanjakan tinggi, tikungan, jalan beton, jalan berbatu dan sebagainya.
2. Pengukuran dilakukan pada setiap kondisi jalan dan pada total kondisi jalan.
3. Pada awal pengujian dan pada setiap perhentian harus diukur dan dicatat mengenai waktu, jarak, konsumsi bahan bakar, suhu besi, suhu minyak pelumas mesin dan transmisi, kondisi jalan dan suhu udara sekitar serta cuaca.
4. Pada saat pengujian, harus diperhatikan terutama pada mesin, kopling, pergantian gigi, pengereman, kemampuan pengendalian, stabilitas kendaraan, percepatan, kenyamanan berkendara dan kondisi jalan.
5. Hasil harus diperhatikan dan dicatat adanya perubahan dari komponen sepeda motor setelah pengujian.
6. Hasil uji harus dimasukkan dalam tabel uji.

Pengambilan data dilakukan sebanyak lima kali pemberhentian untuk setiap variasi *venturi mixer* dan variasi bukaan katup dengan jarak total minimum 100 km. Pada pengujian ini, jarak tempuh setiap pemberhentian adalah 23 km dengan jarak total 115 km.

Pengujian dilakukan dengan kondisi dimana katup gas mulai membuka pada putaran mesin 3000 rpm dengan kecepatan rata-rata 40 km/jam. Katup gas akan semakin terbuka jika putaran mesin semakin besar sehingga penambahan gas LPG bergantung pada putaran mesin. Semakin besar putaran mesin, semakin besar penambahan gas LPG.

Bukaan katup gas LPG divariasikan sebanyak tiga macam bukaan katup, yaitu bukaan 180°, 270° dan 360°. Metode pengukuran konsumsi bahan bakar minyak dalam setiap pemberhentian adalah dengan mengisi penuh tangki bahan bakar sebelum pengujian, melakukan pengujian, kemudian mengisi kembali tangki bahan bakar dengan gelas ukur dan melihat konsumsi bahan bakar minyak untuk dimasukkan sebagai data. Untuk mengukur konsumsi gas LPG digunakan timbangan digital dengan mengurangi hasil pengukuran berat gas LPG sebelum pengujian dan setelah pengujian dilakukan.

Hasil dari pengujian yang dilakukan adalah data konsumsi bahan bakar minyak, konsumsi gas, jarak tempuh dan waktu tempuh untuk setiap set putaran. Data-data yang diambil merupakan data untuk setiap variasi *venturi mixer* dan variasi bukaan katup gas.



**Gambar 3.9** Pengujian