

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Motor Bakar Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya pada bulan Oktober 2015 sampai dengan Desember 2015 dengan menggunakan metode penelitian eksperimental (*experimental research*), yaitu dengan melakukan pengamatan kejadian secara langsung sehingga dapat mengetahui pengaruh campuran *gasoline-ethanol* (*gasohol*) terhadap emisi gas buang motor bensin 4 langkah dengan sistem injeksi.

### 3.2 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

#### 1. Variabel bebas (*Independent Variable*)

Variabel bebas adalah variabel yang besarnya ditentukan oleh peneliti dan harganya dapat diubah-ubah untuk mendapatkan nilai variabel terikat dari obyek penelitian, sehingga dapat diperoleh hubungan antara keduanya. Variabel bebas pada penelitian ini adalah di tunjukkan pada tabel 3.1

Tabel 3.1 Kadar *ethanol* yang digunakan dalam campuran *gasohol*

No	Notasi	Kadar <i>Ethanol</i>	Kadar <i>Gasoline</i>
1	E0	0%	100%
2	E10	10%	90%
3	E20	20%	80%
4	E30	30%	70%
5	E40	40%	60%
6	E50	50%	50%
7	E60	60%	40%
8	E70	70%	30%
9	E80	80%	20%
10	E90	90%	10%
11	E100	100%	0%

#### 2. Variabel terikat (*Dependent Variable*)

Variabel terikat adalah variabel yang nilainya tergantung dari variabel bebas dan diketahui setelah penelitian dilakukan. Pada penelitian ini variabel terikatnya adalah kadar  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{HC}$ , dan  $\lambda$  (*Excess air*)

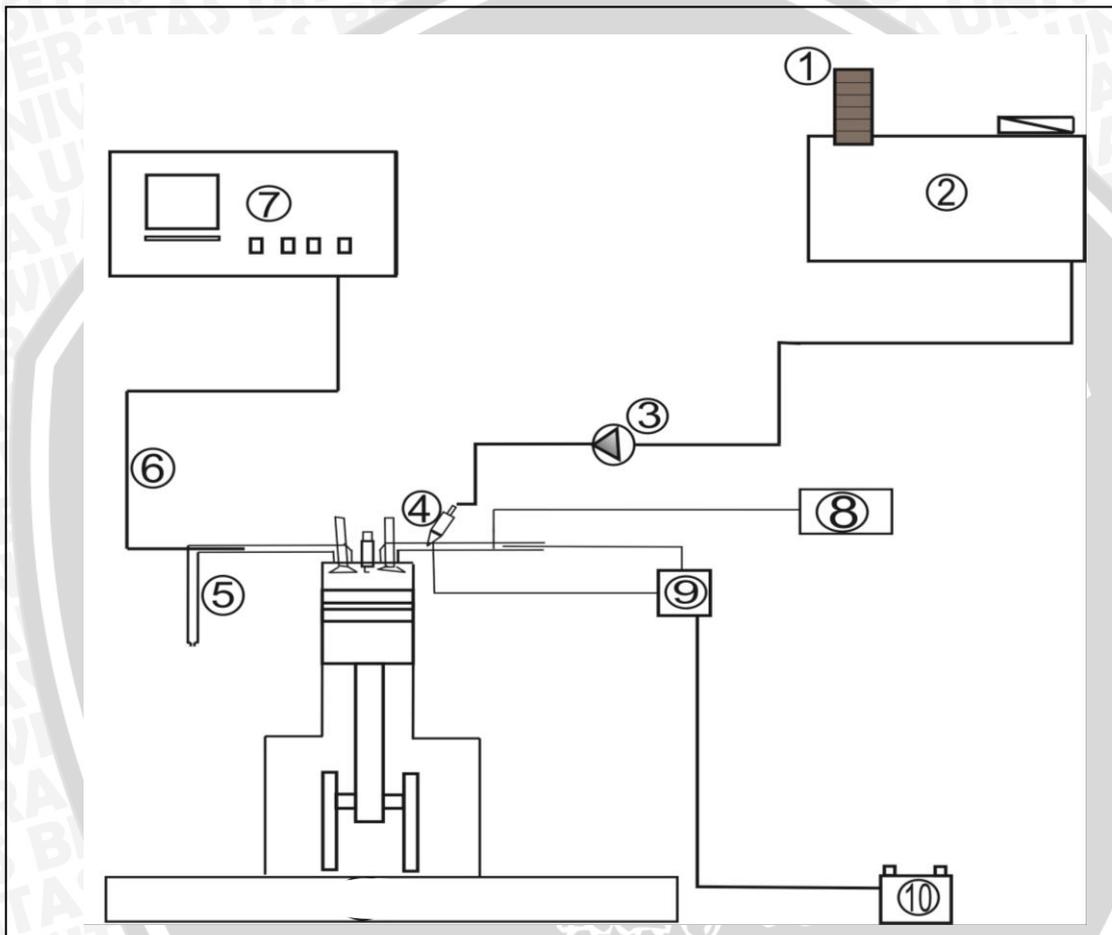
### 3. Variabel terkontrol (*Controlled Variable*)

Variabel terkontrol adalah variabel yang nilainya ditentukan peneliti dan dikondisikan konstan. Pada penelitian ini variabel terkontrolnya adalah sebagai berikut:

- Putaran mesin 1500 rpm, 2000 rpm, 2500 rpm, 3000 rpm, 3500 rpm, 4000 rpm, 4500 rpm, 5000 rpm.

### 3.3 Skema Instalasi Penelitian

Instalasi alat pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Skema Instalasi Penelitian

Keterangan :

1. Gelas ukur
2. Tangki bahan bakar
3. Pompa bahan bakar
4. *Injektor*
5. Knalpot
6. Selang *Stargas Analyzer*
7. *Stargas Analyzer*
8. *Throttle*

### 9. ECU modified

### 10. Accumulator

Instalasi yang digunakan pada penelitian ini menggunakan motor bensin 4 langkah satu silinder bervolume 125 cc dengan kompresi rasio 9.3 : 1 yang ditempatkan pada suatu rangka penyangga sehingga alat uji dalam kondisi statis. Bahan bakar *gasohol* akan di campur secara manual dengan masing-masing persentase *ethanol* sesuai dengan variabel bebas penelitian dengan menggunakan gelas ukur. Bahan bakar yang dicampur tersebut akan di masukkan ke dalam tangki bahan bakar. Dari tangki, bahan bakar akan dipompa ke ruang bakar melalui injektor ketika alat uji dinyalakan. ECU akan mengirim sinyal ke injektor untuk membuka aliran bahan bakar yang telah di tentukan ke ruang bakar sesuai dengan parameter yang diperoleh dari sensor-sensor yang tersebar di mesin. Setelah masuk ke ruang bakar ECU juga mengatur waktu pengapian untuk menyediakan daya yang lebih dan ekonomis. Dalam penelitian ini ECU yang di gunakan adalah ECU yang telah di *setting* ulang berupa banyaknya injektor menyemprotkan bahan bakar disetiap menitnya (frekuensi) dan persentase bukaan injektor dalam setiap menginjeksikan bahan bakar (*duty cycle*) yang telah disesuaikan dengan masing-masing kadar *ethanol* dalam masing setiap campurannya. Tujuannya adalah untuk mendapatkan campuran bahan bakar dan udara yang stoikiometri sehingga pembakaran akan lebih sempurna.

Untuk menghitung banyaknya bahan bakar yang dikonsumsi diukur dengan gelas ukur yang dipasang pada tangki bahan bakar. Bahan bakar diisi penuh ke tangki bahan bakar melalui gelas ukur setelah variabel penelitian di tentukan seperti *duty cycle* dan bukaan *throttle*. Bahan bakar yang dikonsumsi diukur dalam setiap 30 detik dan dikonversi menjadi massa alir bahan bakar. Sedangkan untuk udara yang masuk kedalam ruang bakar diukur dengan menggunakan manometer udara dan di konversi menjadi massa alir udara. Dari massa alir udara dan massa alir bahan bakar dapat dihitung AFR dalam setiap putaran dan campuran *gasohol*.

Setelah terjadi proses penambahan panas (pembakaran) yang di bantu oleh busi maka katup buang akan terbuka dan katup hisap akan tertutup sesuai dengan siklus mesin otto sehingga gas buang akan keluar dari ruang bakar menuju knalpot. Untuk menganalisa gas buang tersebut maka sebelum keluar dari knalpot akan dipasang selang yang akan di hubungkan ke *stargas analyser 898* sehingga kita akan membaca emisi gas buang berupa CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, CO, HC, dan *Excess air* ( $\lambda$ ) dalam bentuk lembar cetak yang kemudian akan dianalisis menggunakan *Microsoft excel* dan menyajikannya dalam bentuk grafik.

Prinsip kerja dari *stargas analyser 898* tersebut merupakan pemasangan sensor-sensor gas buang berupa sensor CO<sub>2</sub>, CO, HC dan O<sub>2</sub> yang terdapat di dalam *stargas analyser 898*. Sensor tersebut akan menangkap masing-masing gas buang dengan satuan ppm (*part per million*) dimana

setiap satuan 1 juta partikel gas buang terdapat berapa partikel dari masing-masing gas buang hasil pembakaran di dalam ruang bakar yang masuk ke *stargas analyser* 898. Sedangkan untuk *excess air* ( $\lambda$ ) sensor oksigen akan menangkap berapa partikel oksigen yang tidak ikut bereaksi didalam ruang bakar karena pembakaran yang tidak sempurna yang dinamakan sebagai udara berlebih. Setelah dibaca oleh sensor masing-masing gas selanjutnya akan di tampilkan dalam layar dan dapat di *print* dalam lembar cetak. Dari hasil yang telah didapatkan maka kita akan mengetahui seberapa besar pengaruh kadar *ethanol* dalam campuran *gasohol* terhadap emisi gas buang.

### 3.4 Pengaturan *Duty Cycle*

Dalam penggunaan ECU *modified AFR* dapat di atur agar mendekati AFR stoikiometri. Dengan demikian setiap kadar *ethanol* dalam campuran *gasohol* dapat di atur AFR pembakaran agar tetap terjaga pada daerah stoikiometri. Untuk mendapatkan AFR stoikiometri dapat di atur dengan mengatur *duty cycle* ECU. *Duty cycle* adalah bukaan injektor dalam satuan persen (%). Dengan mengatur *duty cycle* maka dapat diatur banyaknya bahan bakar yang masuk ke dalam ruang bakar pada setiap putaran. Pengaturan banyaknya bahan bakar yang di injeksikan ke dalam ruang bakar berarti juga mengatur massa alir bahan bakar dengan bukaan *throttle* yang konstan. Dengan demikian pengaturan *duty cycle* dapat mengatur AFR stoikiometri dari setiap campuran gasohol dari E0 sampai E100.

Pengaturan AFR dilakukan dengan cara menambah atau mengurangi *duty cycle* untuk mendapat putaran tertinggi dengan frekuensi dan bukaan *throttle* tertentu. Sebagai contoh untuk mendapatkan AFR stoikiometri dari E10 dengan putaran 1500 rpm maka dengan bukaan *throttle* tertentu dilakukan penelitian awal banyaknya *duty cycle* yang sesuai agar putaran tertinggi berapada pada putaran 1500 rpm. Setelah mendapatkan *duty cycle* pada bukaan *throttle* dan putaran tertentu maka dilanjutkan dengan pengujian emisi gas buang yang dihasilkan dari putaran tersebut.

### 3.5 Metode Pengambilan Data

Langkah-langkah yang dilakukan untuk pengambilan data dalam penelitian ini yaitu:

1. Campur bahan bakar *gasoline* dan *ethanol* dengan persentase yang telah di tentukan dan aduk di dalam gelas ukur.
2. Siapkan alat-alat dan bahan penelitian dan atur sesuai seperti skema Instalasi diatas.
3. Nyalakan *Star Gas Analyzer*.
4. Pasang selang pengukur *Star Gas Analyzer* pada knalpot alat uji.

5. Masukkan bahan bakar *gasohol* dengan kadar *ethanol* terendah ke tangki bahan bakar.
6. Nyalakan alat uji.
7. Tunggu sampai kondisi mesin dalam keadaan *idle*.
8. *Duty cycle* diatur pada bukaan *throttle* tertentu untuk mendapat putaran tertinggi 1500 rpm
9. Ukur emisi gas buang dengan *Star Gas Analyzer*, meliputi :
  - Karbon monoksida (CO)
  - Karbon dioksida (CO<sub>2</sub>)
  - Hidrokarbon (HC)
  - Oksigen (O<sub>2</sub>)
  - *Excess Air* ( $\lambda$ )
10. Masukkan *gasohol* ke tangki bahan bakar sesuai dengan variabel bebas yang tercantum diatas dengan kenaikan kadar *ethanol* 10% dan lakukan pengambilan data seperti no. 8 dan di lanjutkan ke no. 9 dengan kenaikan putaran mesin sebesar 500 rpm dan dilakukan 3 kali pengulangan.
11. Setelah pengambilan data selesai matikan alat uji dan *Star Gas Analyzer*.
12. Lepas selang pengukur *Star Gas Analyzer*.

### 3.6 Alat-alat Penelitian

Peralatan-peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Alat uji motor bensin sistem injeksi

Gambar 1 menunjukkan alat uji motor bensin yang ditempatkan pada *frame* yang terbuat dari besi dimana emisi sisa hasil pembakaran bahan bakar *gasohol* akan diuji setelah melakukan proses pembakaran pada pada alat uji dibawah ini.



Gambar 3.2 Alat uji motor bensin sistem injeksi

Spesifikasi motor bensin untuk percobaan :

- Tipe : Supra X 125 PGMFI
- Merk : Honda
- Mesin : 4 langkah, SOHC
- Jumlah silinder : 1
- Volume langkah torak total : 124.8 cc
- Diameter x Langkah : 52.4 x 57,9 mm
- Transmisi : 4 Kecepatan Rotari
- Pola Pengoperan Gigi : N-1-2-3-4-N (rotari)
- Perbandingan kompresi : 9.3 : 1
- Bahan bakar : Bensin
- Pendingin : Udara
- Daya Maksimum : 9.63 PS / 7500 RPM
- Torsi Maksimum : 1.08 Kgf.m / 5500 RPM
- Negara pembuat : Jepang

## 2. Star Gas Analyzer

*Star Gas Analyzer* digunakan untuk mengukur emisi gas buang yang dihasilkan dari sisa hasil pembakaran alat uji yang digunakan.



Gambar 3.3 *Star Gas Analyzer*

Spesifikasi *Star Gas Analyzer* :

- Tipe : STARGAS 898
- Merk : Technotest
- Jangkauan Pengukuran
  - CO : 0 ÷ 15,000 % Vol (res. 0,001)
  - CO<sub>2</sub> : 0 ÷ 20,00 % Vol (res. 0,01)
  - HC : 0 ÷ 30000 ppm Vol (res. 1)
  - O<sub>2</sub> : 0 ÷ 25,00 % Vol (res. 0,01)
  - Nox : 0 ÷ 5000 % Vol (res. 1 - optional)
  - Lambda : 0,5 ÷ 2,000 (res. 0,001)
- Negara pembuat : Italia

### 3. Manometer udara

Manometer udara yang terlihat pada gambar dibawah ini digunakan untuk mengukur beda tekanan udara masuk kedalam ruang bakar.



Gambar 3.4 Manometer udara

### 4. Tachometer

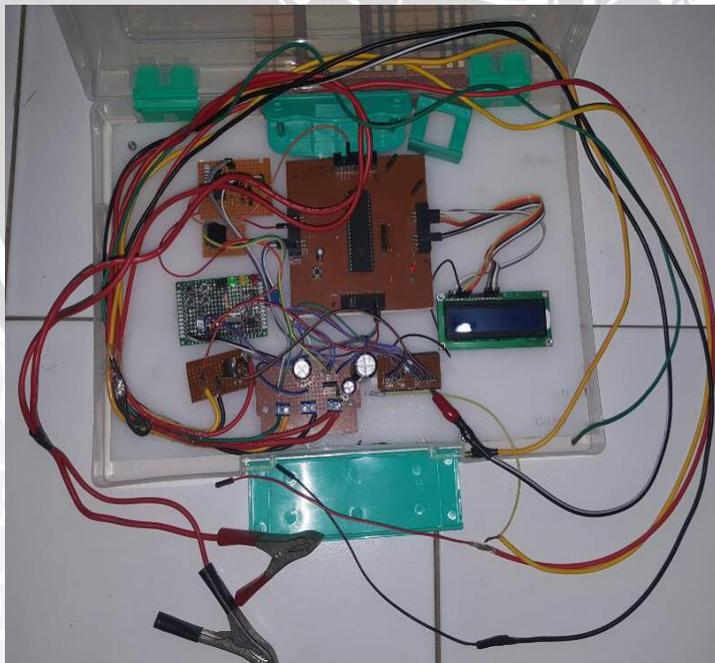
*Tachometer* dapat dilihat pada gambar dibawah ini. Digunakan untuk mengukur putaran mesin



Gambar 3.5 *Tachometer*

##### 5. ECU modified

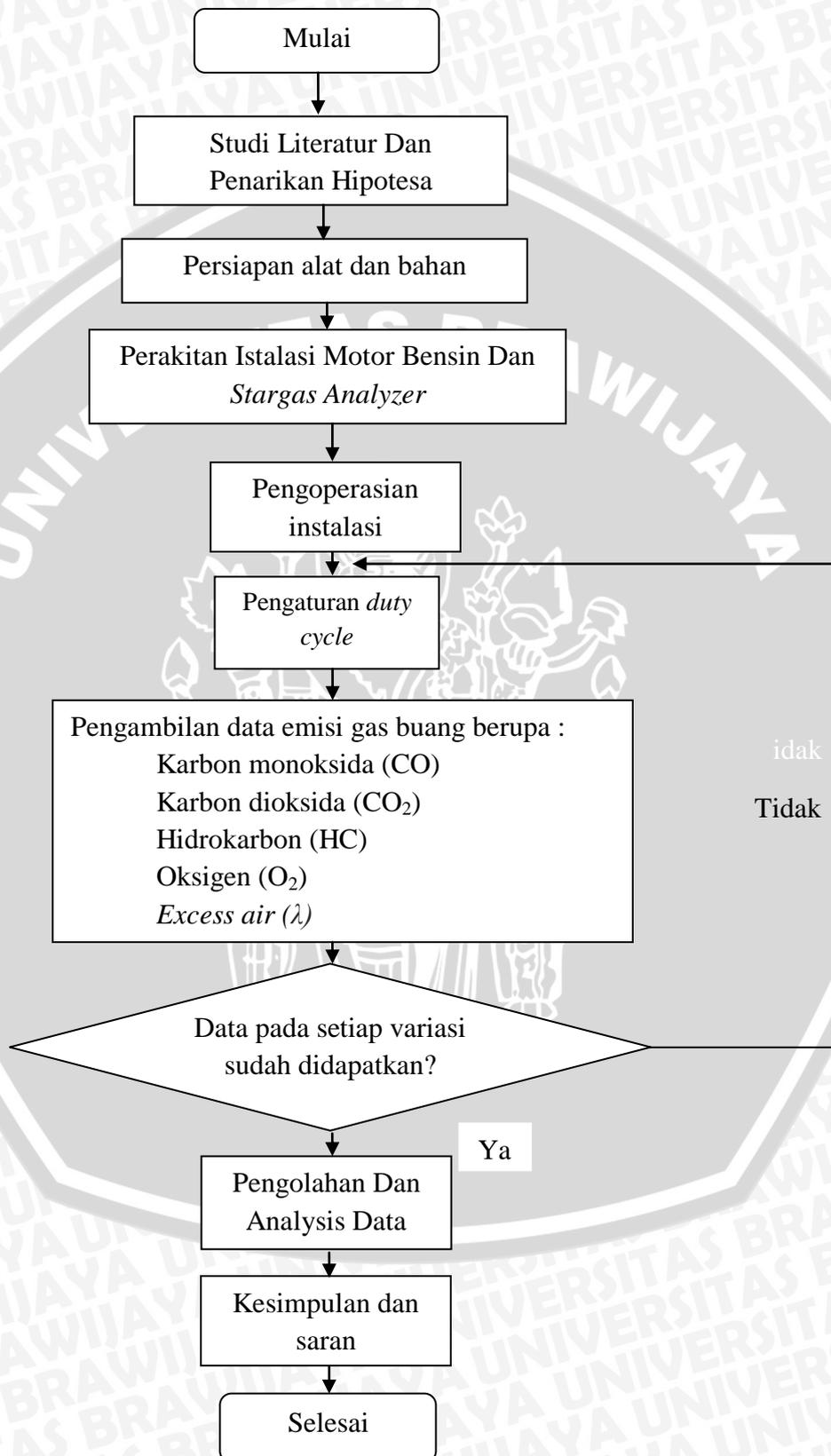
*ECU modified* dapat dilihat pada gambar dibawah ini. Digunakan untuk mengatur *duty cycle* dari injektor.



Gambar 3.6 *ECU modified*

### 3.6 Diagram Alir Penelitian

Alur pemikiran yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat dari gambar diagram alir di bawah ini, yaitu:



Gambar 3.7 Diagram Alir Penelitian