

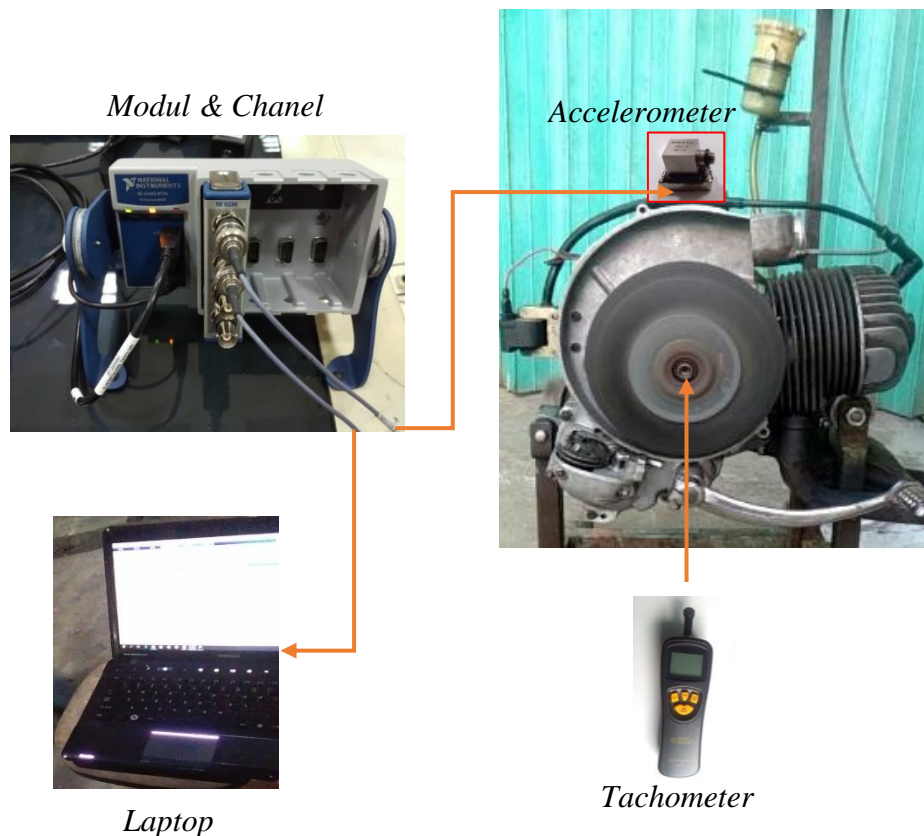
## BAB III

### METODE PENELITIAN

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan sinyal getaran untuk mendeteksi kesalahan campuran bahan bakar. Getaran yang terjadi pada setiap variasi kesalahan di deteksi menggunakan sensor *accelerometer* (sensor getaran). Sensor *accelerometer* ditempelkan menggunakan *wax* (perekat) pada bagian mesin yang terdekat dengan karburator dengan arah sumbu vertikal. Respon getaran dari sensor *accelerometer* akan direkam oleh data akuisisi yang terpasang pada *chassis* modul data akuisisi yang kemudian akan disimpan dan ditampilkan di laptop pada *software* Matlab dengan metode analisis *Principal Component Analysis* berdasarkan domain waktu.

#### 3.1. Skema Alat Uji

Berikut merupakan skema alat uji ketika dilakukan pengambilan data :



Gambar 3.1 Skema Alat Uji Kesalahan Campuran Bahan Bakar

Skema pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu mesin vespa dihubungkan dengan modul dan sensor *accelerometer* yang sudah tersambung dengan laptop. Sensor *accelerometer* terpasang pada karburator yang berfungsi untuk mendeteksi getaran dan putaran mesin yang diteliti yaitu pada 2200 rpm diukur menggunakan *tachometer*.

### 3.2. Bahan Penelitian

Bahan penelitian yang digunakan adalah karburator yang berfungsi untuk mencampur udara dan bahan bakar sebelum masuk ke ruang bakar. Adapun karburator yang digunakan dalam penelitian ini adalah merk vespa *sprint spaco dellorto 20 20*.



Gambar 3.2 Karburator vespa *sprint spaco dellorto 20 20*

### 3.3 Alat Penelitian

#### 1. Mesin Vespa

Mesin yang digunakan sebagai alat uji untuk pengambilan data adalah Vespa Sprint Veloce 2 tak berkapasitas 145,5 cc tahun 1976. Rasio kompresi bahan bakar 7,7 : 1 dan mampu mengeluarkan tenaga maksimal sebesar 7,7 hp pada 5200 rpm.



Gambar 3.3 Mesin vespa

## 2. *Tool Set* Mekanik

*Tool set* mekanik digunakan untuk membongkar dan memasang karburator dengan tiga kondisi setelan campuran bahan bakar dan udara. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.4



Gambar 3.4 *Tool set* mekanik

### 3. *Tachometer*

*Tachometer* digunakan untuk mengetahui kecepatan putar pada mesin vespa dalam satuan rpm seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.5



Gambar 3.5 *Tachometer*

### 4. *Accelerometer*

*Accelerometer* merupakan *tranduser* yang berfungsi untuk mendeteksi dan mengukur getaran. Penelitian ini menggunakan *Accelerometer* merek *Bruel & Kjaer* Tipe 4507 B dengan range frekuensi sebesar 0,3 Hz – 6 kHz seperti pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 *Accelerometer*

## 5. Modul Data Akuisisi

Modul data akuisisi yang digunakan adalah tipe NI 9234 yang dipasangkan dengan *chassis* Ni-DAQ-9174. Modul data akuisisi berfungsi untuk mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital yang dihasilkan oleh *accelerometer*. Modul data akuisisi dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Modul Data Akuisisi

## 6. Chassis Modul Data Akuisisi

*Chassis* modul data akuisisi menggunakan merek dari *National Instrument* dengan tipe NiDAQ-9174. Tersedia 4 slot pada *chassis* NiDAQ-9174 yang dapat digunakan untuk modul data akuisisi seperti pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Chassis Modul Data Akuisisi

#### 7. Kabel Konektor *Accelerometer*

Kabel konektor *accelerometer* berfungsi sebagai penghubung dari *accelerometer* ke modul data akuisisi pada setiap chanelnya. Kabel yang digunakan yaitu tipe AO-0531 seperti pada Gambar 3.9



Gambar 3.9 Kabel Konektor Accelerometer

#### 8. Kabel USB

Kabel USB berfungsi untuk mentransfer sinyal getaran dari modul DAQ ke laptop seperti pada Gambar 3.10



Gambar 3.10 Kabel USB

#### 9. Software *NI MAX*

Software ini digunakan untuk melakukan pengaturan terhadap perangkat akuisisi data yang terhubung dengan laptop.

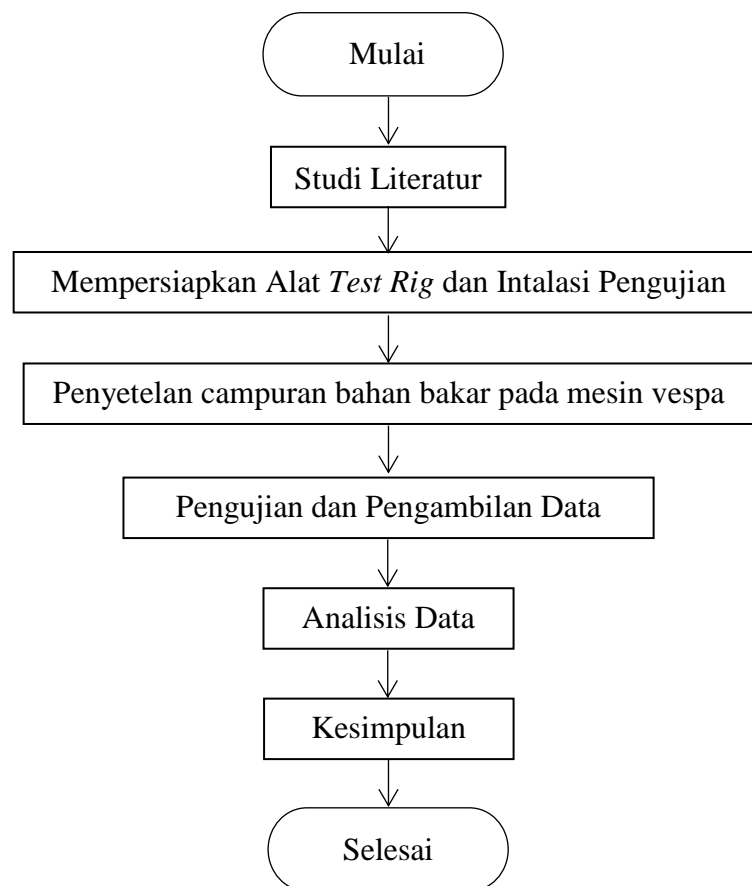
#### 10. Software *MATLAB*

Software *MATLAB* berfungsi untuk melakukan pengolahan data sinyal *vibrasi*.

### 3.4 Prosedur Penelitian

Penelitian ini untuk mengidentifikasi masalah kesalahan campuran bahan bakar pada mesin vespa super menggunakan sinyal getaran berbasis metode pengenalan pola (*Pattern Recognition*) *Principal Component Analysis* (*PCA*). Campuran bahan bakar dan udara yang normal, campuran kaya bahan bakar, dan campuran miskin bahan bakar akan diidentifikasi untuk dilihat respon getarannya dari kecepatan poros engkol pada motor bakar vespa super menggunakan sensor getaran (*accelerometer*).

Secara umum penelitian yang dilakukan memiliki rangkaian kegiatan yang dapat dilihat pada diagram alir (Gambar 3.11) berikut :



Gambar 3.11. Diagram alir penelitian secara umum

Penjelasan dari diagram alir penelitian secara umum pada Gambar 3.11 adalah sebagai berikut :

Langkah pertama yang dilakukan adalah mencari studi literatur untuk mendapatkan teori-teori yang dibutuhkan dan untuk memperkuat argumen dalam penelitian ini. Langkah selanjutnya adalah menyusun rumusan masalah dan menentukan tujuan dari penelitian. Apabila teori-teori, rumusan masalah, dan tujuan penelitian sudah benar, maka langkah selanjutnya yang dilakukan adalah mempersiapkan alat uji pengenalan pola getaran pada setiap variasi campuran bahan bakar mesin vespa. Pengujian pola getaran menggunakan metode *Principal Component Analysis*.

Apabila peralatan uji sudah siap dan sudah terpasang pada *testing* maka dilakukan setelan campuran bahan bakar dan udara dengan kondisi normal. Tahap selanjutnya yaitu memasang sensor *accelerometer* di luar *cover* kelistrikan pada motor vespa super. Sensor *accelerometer* tersebut disambungkan pada chanel 0.

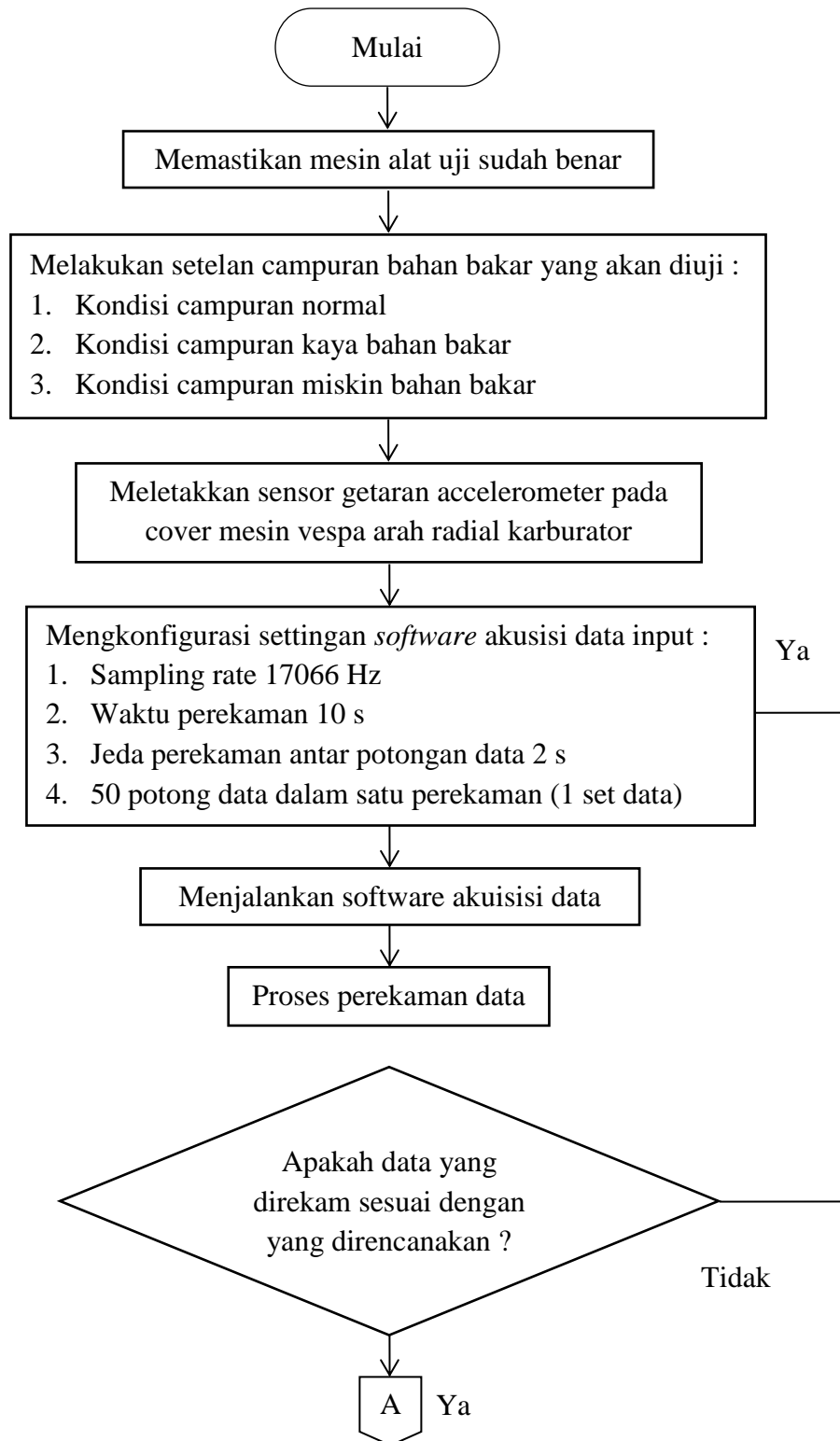
Tahap selanjutnya yaitu menyalakan mesin vespa untuk menggerakkan mesin vespa. Kecepatan putaran mesin yang digunakan yaitu pada 2.200 rpm. Setelah itu, proses pengambilan data dan pengaturan *script* MATLAB dilakukan untuk mendukung jalannya penelitian. Pengambilan data tersebut dilakukan dengan *sampling rate* 17.066 Hz. Apabila proses pengambilan data tersebut telah selesai dan didapatkan hasil yang kurang memenuhi maka dilakukan pengulangan pengambilan data. Proses tersebut juga berlaku untuk campuran kaya bahan bakar dan campuran miskin bahan bakar.

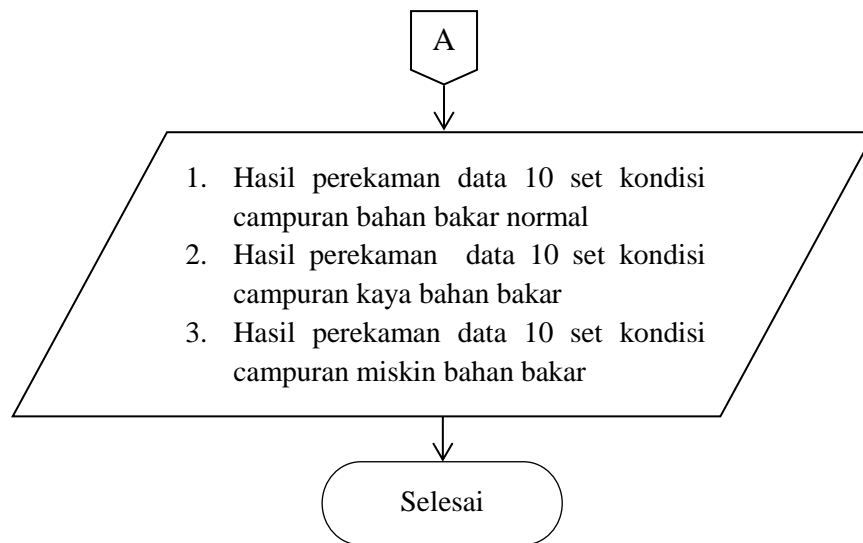
Setelah pengambilan data dilakukan dengan tiga kondisi campuran bahan bakar, kemudian hasilnya akan ditampilkan dalam bentuk domain waktu. Pada domain waktu tersebut kemudian dilakukan *pre-processing* sinyal dengan menggunakan metode analisis *Principal Component Analysis* untuk setiap kondisi campuran bahan bakar. Hasil dari proses *Principal Component Analysis* akan dijadikan analisis dan pembahasan. Tahap selanjutnya yaitu menyimpulkan apa yang telah didapat dalam penelitian ini.



### 3.5 Alur Pengambilan Data

Alur pengambilan data pada penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir seperti pada (Gambar 3.12) berikut ini :





Gambar 3.12 Diagram alir proses pengambilan data

Proses pengambilan data dilakukan setelah peralatan uji telah siap. Pengambilan data sinyal getaran dilakukan dengan :

1. Pengujian pertama dengan campuran bahan bakar dan udara dalam kondisi normal secara teoritis perbandingan bahan bakar dengan udara yaitu 1g bahan bakar berbanding 12-17g udara (1:12-17).
2. Pengujian kedua dengan campuran kaya bahan bakar, yaitu campuran antara bahan bakar dengan udara yang campurannya lebih banyak bahan bakar daripada udara. Secara teoritis perbandingan campuran kaya bahan bakar adalah 1g bahan bakar berbanding kurang dari 12g udara (1: <12). Gejala yang terjadi pada mesin vespa dengan campuran kaya bahan bakar yaitu penggunaan bahan bakar lebih boros, mesin tersendat-sendat, mesin susah hidup, akselerasi lambat, busi menjadi basah, karburator banjir bahan bakar, dan knalpot mengeluarkan banyak asap yang berbau bahan bakar.
3. Pengujian ketiga dengan campuran miskin bahan bakar, Campuran antara bahan bakar dengan udara yang campurannya lebih banyak udara daripada bahan bakar. Secara teoritis perbandingan campuran miskin bahan bakar adalah 1g bahan bakar berbanding lebih dari 17g udara (1: >17). Gejala yang terjadi pada mesin vespa dengan campuran miskin

bahan bakar yaitu mesin susah hidup, tenaga berkurang pada rpm tinggi, suara knalpot yang bising dan getaran berlebih pada mesin.

Kecepatan putaran mesin pada setiap kondisi yaitu pada 2.200 rpm. Tahapan proses pengambilan data getaran pada campuran bahan bakar motor bakar vespa menggunakan parameter statistik yang serupa yaitu :

1. Mempersiapkan motor bakar vespa yang sudah siap diuji. Dengan menyetel tiga kondisi campuran bahan bakar.
2. Merekam data sinyal getaran akibat pengapian menggunakan *accelerometer* pada data modul di channel 0.
3. Merekam data sinyal getaran dilakukan menggunakan *software* Matlab R2016a dengan proses perekaman data sebagai berikut :
  - a. Jumlah file 50 data untuk 1 set.
  - b. Waktu perekaman 10 detik untuk setiap file.
  - c. Jeda waktu perekaman yaitu 2 detik untuk setiap file.
  - d. Sampling rate 17.066 Hz.
4. Menyimpan file hasil rekaman sinyal getaran bantalan dari data akuisisi dalam bentuk file dengan ekstensi .mat.

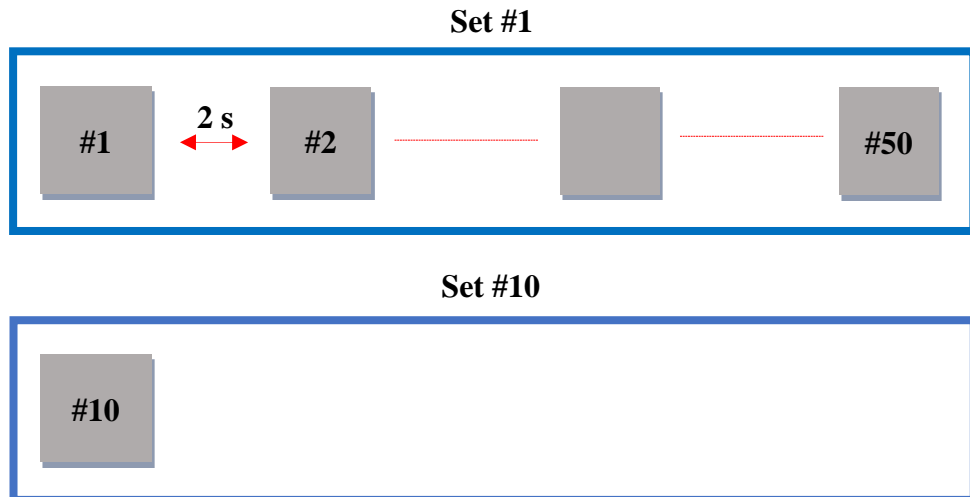
### **3.6 Tempat dan Waktu Pengujian**

Pengujian identifikasi masalah pengapian pada mesin vespa super dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

### **3.7 Perekaman Data**

Dalam penelitian ini, data yang diperoleh sebanyak 50 file data setiap satu kali perekaman (1 set data). Setiap satu file data direkam dengan durasi waktu 10 detik antara satu file data dengan potongan data yang lain. Dalam penelitian ini ada 3 kondisi perekaman yaitu kondisi campuran bahan bakar dan udara normal, campuran kaya bahan bakar, dan campuran miskin bahan bakar. Data akuisisi ini digunakan sebagai indikator dalam mendeteksi

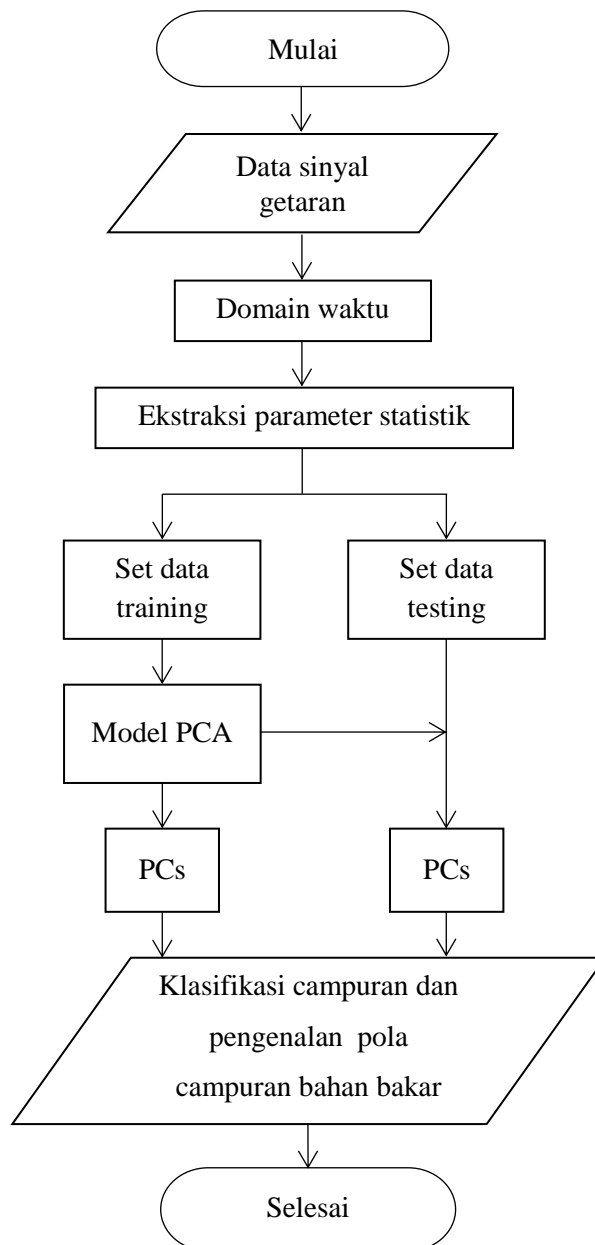
kondisi campuran bahan bakar yang terjadi pada mesin vespa. Jumlah data yang digunakan adalah sebanyak 500 data pada tiga kondisi. Skema akuisisi data ditunjukkan pada Gambar 3.13.



Gambar 3.13 Skema set Pengambilan data.

### 3.8 Tahap Analisis data

Tahap analisis data pada penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir proses pengolahan hasil data akuisisi Gambar 3.14 berikut ini :



Gambar 3.14 Diagram alir proses pengolahan hasil data akuisisi.

Langkah-langkah yang dilakukan pada saat melakukan analisis data adalah sebagai berikut :

1. Memproses data sinyal getaran campuran bahan bakar dengan variasi kondisi yang telah terekam pada data akuisisi sebanyak 10 set data perkondisi campuran bahan bakar dengan ekstensi matlab (.mat) menggunakan *script* matlab yang sudah diteliti dengan benar.
2. Menampilkan plot grafik pada domain waktu untuk setiap kondisi campuran (normal, kaya dan miskin bahan bakar).
3. Mengekstraksi data domain waktu dengan menggunakan parameter statistik, yaitu : *Standard Deviation*, *Root Mean Square (RMS)*, *kurtosis*, *skewness*, *Peak Value*, *Variance*, *Crest Factor* untuk analisa (PCA).
4. Membagi data yang sudah terekstrasi ke dalam set data training dan set data testing agar proses deteksi kerusakan data dapat mengklasifikasi baik domain waktu.
5. Melakukan pemodelan data yang sudah dibagi ke data training dan testing menggunakan model PCA.
6. Set data yang sudah diproses dengan PCA akan menghasilkan *principal component* yang baru.
7. Mengklasifikasi *principal component* baru, sehingga akan secara otomatis terbagi kedalam tiga kategori yaitu kategori campuran bahan bakar normal, campuran kaya bahan bakar, dan campuran miskin bahan bakar.