

### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### A. Instalasi Pengujian

Pengujian dengan memanfaatkan penurunan temperatur sisa gas buang pada knalpot di motor bakar dengan pendinginan luar menggunakan beberapa alat dan bahan berdasarkan prosedur yang telah di rencanakan sebelumnya. Dalam pengambilan data untuk laporan ini penulis menggunakan motor diesel empat langkah satu silinder dengan spesifikasi sebagai berikut :

#### 1. Spesifikasi Motor Bakar

Merk/Type	: ROBIN – FUJI DY23D
Jenis	: Motor Diesel, 1 silinder
<i>Valve rocker clearance</i>	: 0,10 mm (Dingin)
Volume Langkah Torak	: 230 cm <sup>3</sup>
Langkah Torak	: 60 mm
Diameter Silinder	: 70 mm
Perbandingan Kompresi	: 2 : 1
Torsi Maksimum	: 10,5 Nm pada 2200 revs/min

Daya Engkol Maksimum : 3,5 kW pada 3600 revs/min  
Putaran Maksimum : 3600 revs/min  
Waktu Injeksi Bahan-Bakar : 23° BTDC  
Berat : 26 kg



**Gambar 6.** Motor Diesel ROBIN – FUJI DY23D

## **2. Alat Yang Digunakan.**

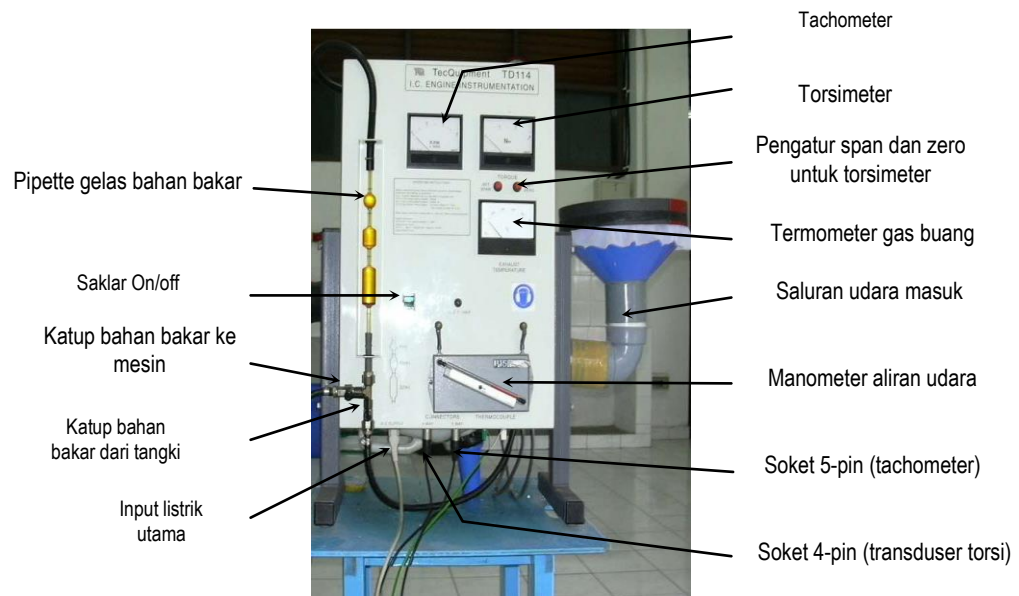
Berikut adalah alat – alat yang digunakan selama penelitian beserta keterangannya :

### **a. Dinamometer Hidraulik**

Dinamometer hidraulik digunakan untuk mengukur torsi saat pengujian.

### b. Unit Instruksi Instrumentasi TD 114

Unit instrumentasi TD 114 yang merupakan panel untuk pembacaan hasil pengukuran putaran mesin, torsi, temperatur gas buang, laju pemakaian bahan bakar dan laju pemakaian udara pembakaran.



**Gambar 7.** Instrumentasi TD 114

### c. Tachometer

Tachometer digunakan untuk mengukur kecepatan putar mesin saat pengujian.



**Gambar 8.** Tachometer

d. *Stopwatch*

Stopwatch digunakan untuk menghitung laju pemakaian bahan bakar saat pengujian.



**Gambar 9.** *Stopwatch*

e. Termokopel Tipe K.

Termokopel Tipe K digunakan sebagai sensor suhu yang di gunakan untuk mengukur perbedaan panas dalam benda yang di ukur temperturnya menjadi perubahan potensial atau tegangan listrik (voltase). Dalam penelitian ini digunakan termokopel tipe K untuk mengukur perubahan temperatur yang terjadi pada gas buang dan temperature dari gas buang setelah melalui *header pipe* yang didalamnya dilakukan pendinginan.



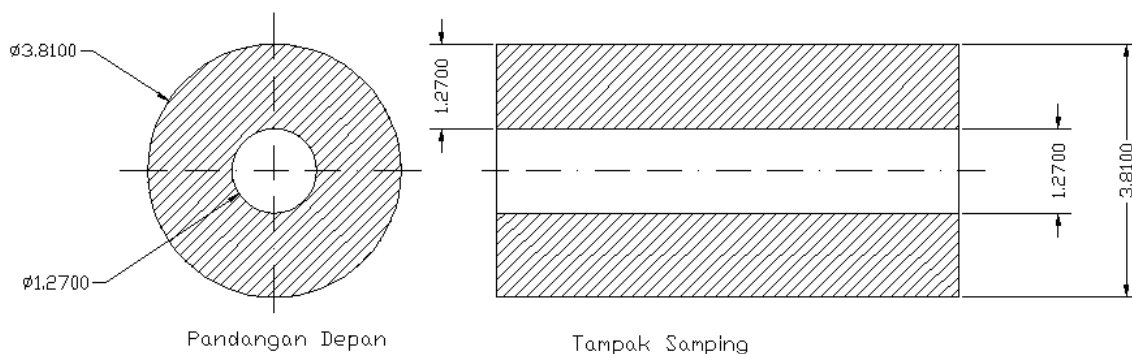
**Gambar 10 .** Termokopel Tipe K

f. *Header pipe*.

Merupakan pipa saluran buang dari *exhaust manifold*, pada *header pipe* ini nantinya akan di pasang selimut pendingin sehingga aliran panas dari sisa gas buang motor diesel dapat di turunkan temperatur dan tekanannya yang di harapkan dapat berpengaruh meningkatkan prestasi dari motor diesel tersebut. Adapun dimensi dari *header pipe* yang digunakan adalah  $d = 1,5$  inchi dan panjangnya 79 cm.



**Gambar 11.** *Header pipe* dengan pendingin



**Gambar 12.** Potongan selimut pendingin pada *header pipe* mesin diesel

g. *Reservoir*

Merupakan suatu penampung dari fluida pendingin yang bersirkulasi pada selubung dalam di *header pipe*. Jika sirkulasi pada fluida pendingin semakin cepat maka temperatur dari fluida pendingin akan lebih cepat turun sehingga di harapkan pendinginan yang di hasilkan dapat berjalan secara optimal.

h. Pipa Galvanis

Merupakan pipa yang di gunakan sebagai penyalur fluida pendingin yang di gunakan pada sistem pendinginan luar knalpot dengan menggunakan diameter pipa  $\frac{1}{4}$  inchi. Dimana pipa galvanis mampu menahan panas dari fluida yang telah berkontak langsung dengan bidang panas.



**Gambar 13.** Pipa Galvanis

i. . *Water Pump*

Merupakan suatu alat pemindah fluida cair yang menggunakan kenaikan tekanan sehingga fluida yang di harapkan dapat mengalir sehingga nantinya fluida dapat bersirkulasi pada selimut pendingin pada *header pipe*. Debit dari pompa tersebut

sebesar 42 l / menit sehingga dengan debit tersebut mampu untuk melepas panas yang ada pada gas buang tersebut.



**Gambar 14.** *Water Pump*

j. Radiator

Komponen ini merupakan alat yang digunakan sebagai penranfer panas dari fluida yang telah mengalir dari selimut pendingin ke udara luar sehingga fluida pendingin tersebut dapat diturunkan temperaturnya. Dimana nantinya diharapkan fluida yang mengalir kembali menuju selimut pendingin, temperatur dari fluida pendingin tersebut telah terjadi penurunan.



**Gambar 15.** Radiator

k. *Fan*

Komponen ini merupakan alat yang digunakan sebagai komponen pendukung dari sistem pendingin dari radiator. Alat ini bekerja dengan menghembuskan udara ke dalam kisi-kisi pipa yang terdapat pada radiator sehingga panas dapat terlepas ke udara atmosfer lebih baik. Hembusan udara dari fan tersebut untuk memaksimalkan efek pelepasan panas dari radiator.

l. Termometer Infra Red

Termometer ini merupakan sebagai komponen pengukur dari temperatur fluida masuk yang telah melewati dari radiator sehingga diketahui penurunan temperatur dari fluida pendingin tersebut. Selain itu juga sebagai *display* dari termokopel tipe K yang digunakan sehingga diketahui temperatur gas buang yang telah dilakukan pendinginan.



**Gambar 16.** Termometer Infra Red



### m. *Radiator Coolant*

*Radiator Coolant* merupakan fluida pendingin yang biasa digunakan sebagai cairan radiator yang berfungsi sebagai pelepas panas dari mesin itu sendiri, cairan radiator tersebut dalam penelitian ini berfungsi sebagai fluida pendingin pada *header pipe*.

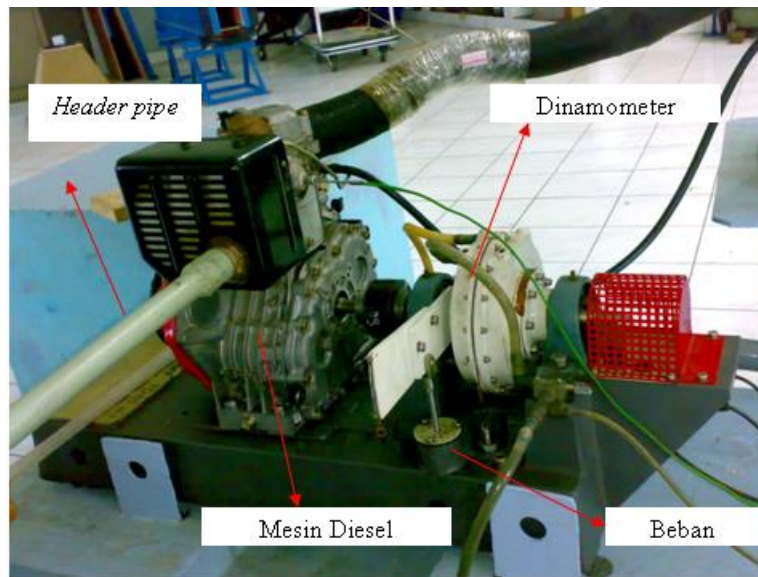
Pada fluida ini kemampuan melepas panas lebih baik dibandingkan air biasa karena memiliki campuran bahan kimia serta tidak menyebabkan korosi pada radiator.

## **B. Persiapan Alat Dan Bahan**

Sebelum melakukan penelitian, terlebih dahulu dilakukan survey ke beberapa toko *spare part* motor dan mobil serta bengkel knalpot dilingkungan Bandar Lampung. Selain itu juga mencari informasi melalui majalah, Koran dan browsing internet mengenai *cooling muffler* sehingga nanti hasilnya dapat sesuai dengan yang diharapkan. Pemilihan pompa sebagai penyalur fluida pendingin menggunakan pompa dengan debit yang diharapkan dimana dengan debit tersebut mampu mengalirkan fluida pendingin secara maksimal nantinya.

## **C. Cara Kerja Pendingin Knalpot.**

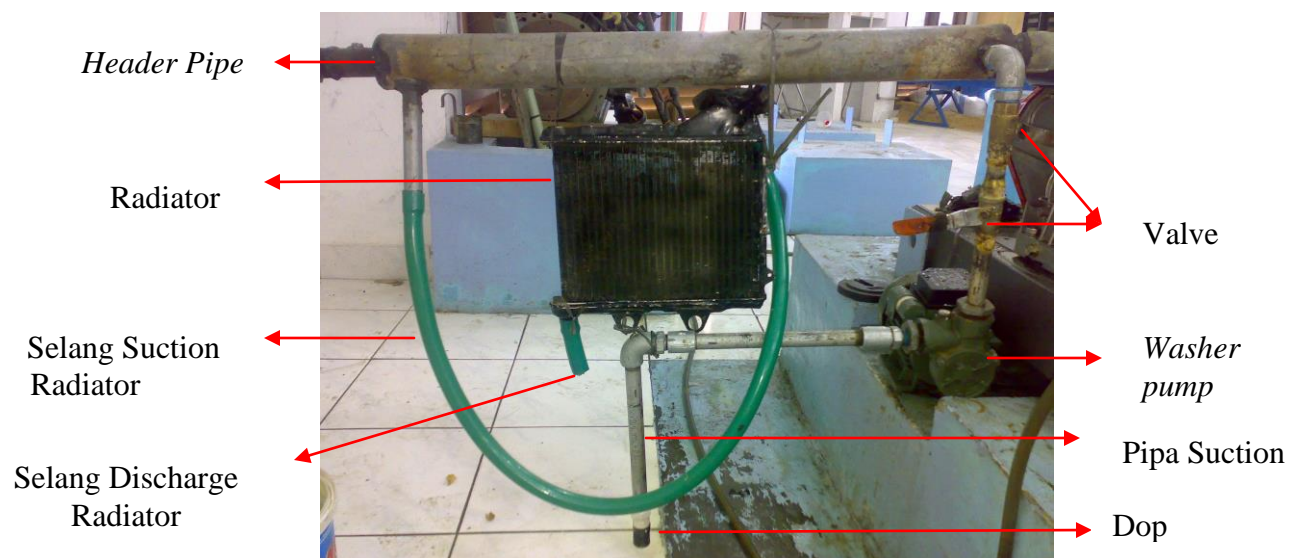
Rangkaian motor diesel beserta alat uji dalam penelitian ini dapat dijelaskan pada gambar dibawah ini. Susunan instalasi peralatan dan instrumentasi pengujian tersebut ditunjukkan pada gambar 17.



**Gambar 17.** Rangkaian alat uji

### 1. Konsep kerja *cooling muffler* pada *header pipe*

Konsep kerja pendingin knalpot pada *header pipe* secara umum dapat di jelaskan pada gambar dibawah ini :



**Gambar 18** .Skema sistem pendingin pada *header pipe muffler*.

## D. Prosedur Pengujian

### 1. Pengkalibrasian Torsimeter TD114

Sebelum melakukan pengujian mesin, torsimeter harus dinolkan dan dikalibrasi terlebih dahulu. Adapun caranya adalah sebagai berikut (Wardono. 2007) :

1. Menghubungkan unit instrumentasi TD114 ini dengan arus listrik dan menghidupkan unit instrumentasi TD114 tersebut.
2. Memutar *span control* hingga posisi maksimum (searah putaran jarum jam).
3. Dinamometer diguncangkan untuk mengatasi kekakuan *seal* bantalannya. Vibrasi terjadi secara otomatis bila mesin berputar.
4. Memutar *zero control* hingga torsimeter terbaca nol.
5. Dinamometer diguncangkan lagi untuk memeriksa keakuratan posisi nol tersebut.
6. Menggantungkan beban sebesar 3,5 kg pada lengan dinamometer tersebut.
7. Dinamometer diguncangkan lagi hingga pembacaan torsimeter stabil.
8. Memutar *span control* hingga torsimeter TD114 menunjukkan bacaan 8,6 Nm.
9. Beban 3,5 kg tadi disingkirkan dan mengulangi langkah-2 hingga langkah-8 agar penyetelan *zero control* dan *span control* benar-benar akurat

## **2. Variabel – variabel operasi**

Untuk berbagai kondisi, nilai parameter prestasi motor bakar bervariasi sehingga dapat menggambarkan karakteristik motor bakar tersebut. Variabel – variabel operasi yang diukur dalam pengujian ini adalah:

- a. Putaran mesin, rpm
- b. Torsi, Nm.
- c. Pemakaian bahan bakar, kg/jam
- d. Pemakaian udara, kg/jam.
- e. Temperatur gas buang, ° C.
- f. Temperatur udara masuk, ° C.
- g. Tekanan udara masuk, Pa.

## **3. Pengambilan Data.**

Pertama, setelah proses kalibrasi torsimeter TD 114 selesai, mesin dihidupkan selama kurang lebih 15 menit untuk proses pemanasan mesin hingga keadaan stabil. Pengambilan data dimulai dengan meletakkan beban pada dinamometer, beban yang digunakan adalah sebesar 2,5 kg. Variasi putaran yang digunakan adalah 1500, 2000, 2500, 3000, 3500 rpm. Variasi yang digunakan kali ini adalah knalpot dengan fluida dimana kapasitas alir  $Q$  fluida pendingin diatur dengan menggunakan klep serta penurunan temperatur dari gas buang sebesar  $10^{\circ}$  C sebanyak max 3 kali penurunan dari kondisi awal dan knalpot tanpa fluida pendingin.

Pengambilan data dilakukan untuk setiap putaran mesin dengan range tiap putaran 500 rpm, dalam hal ini pada knalpot menggunakan fluida pendingin, cairan pendingin yang berupa *radiator coolant* akan bersirkulasi pada selubung di *header pipe* dengan laju aliran yang diatur dengan bukaan klep. Fungsi dari fluida pendingin tersebut yaitu menurunkan temperatur dari gas buang tetapi tanpa kontak langsung dengan fluida yang didinginkan, lalu setelah torsi dan putaran mesin stabil maka data pengujian dapat diambil.

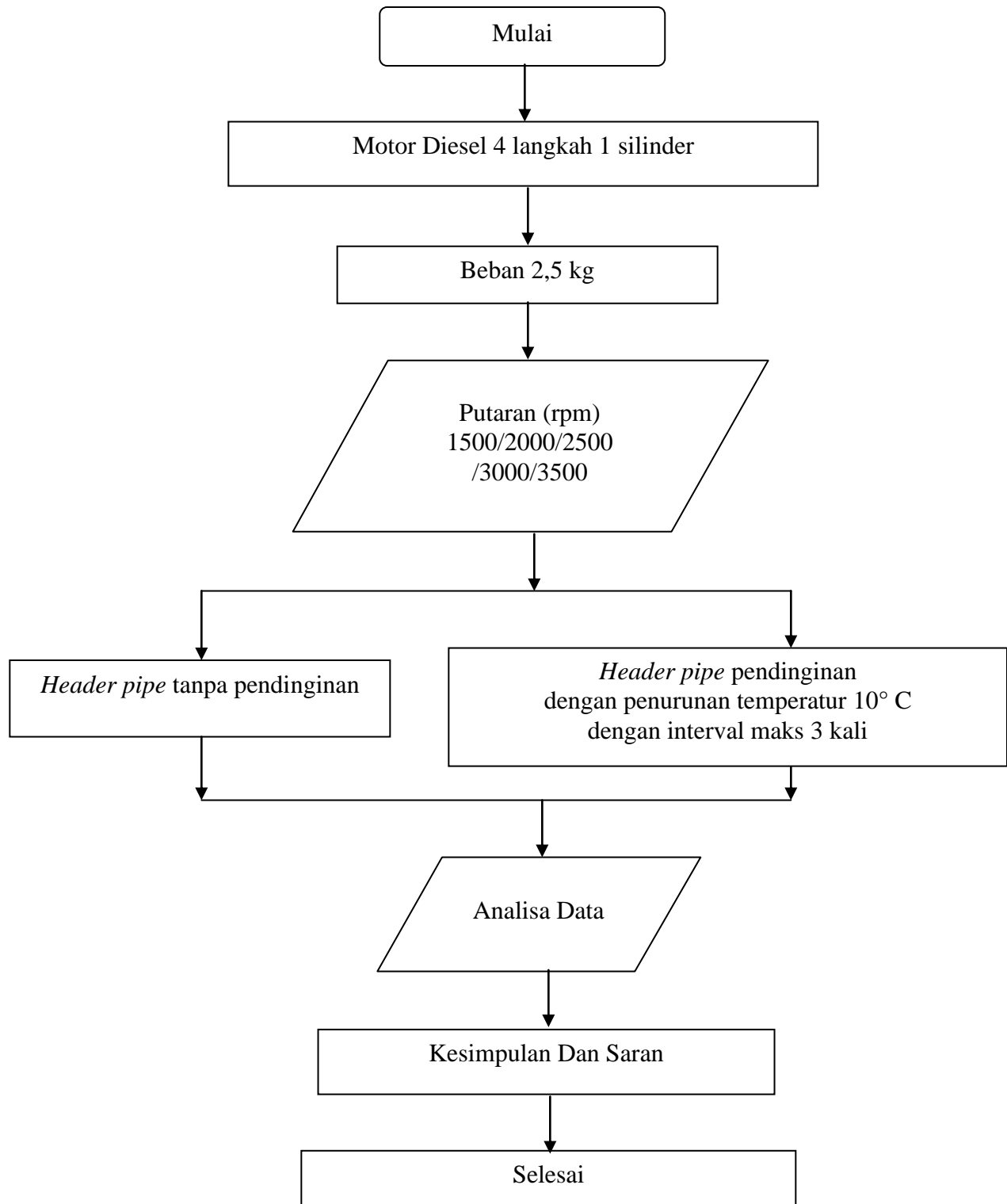
Pengaturan untuk penurunan temperatur dari gas buang menggunakan 2 buah katup pada pipa penyalur fluida pendingin. Hal tersebut dimaksudkan untuk mengurangi terjadinya temperatur drop yang terlalu jauh sehingga selisih penurunan temperatur gas buang dengan range  $10^{\circ}\text{C}$  tiap putaran mudah tercapai. Katup pertama berfungsi sebagai penahan laju aliran pendingin yang berasal dari pompa, sedangkan katup kedua digunakan sebagai pengatur laju aliran pendingin yang berfungsi untuk pengatur penurunan temperatur gas buang dengan selisih  $10^{\circ}\text{C}$  dengan interval maksimal 3 kali setiap putaran

Contoh pengambilan data pada knalpot dengan fluida pendingin pada putaran 3000 rpm, setelah mesin dipanaskan selama 15 menit. Setelah itu digantungkan beban seberat 2,5 kg tunggu sampai putaran dan torsi stabil. Pertama data yang diambil setelah putaran dan torsi stabil serta fluida pendingin bersirkulasi pada *header pipe* dengan pengaturan pengurangan suhu gas buang  $10^{\circ}\text{C}$  dari temperatur awal dan

seterusnya tiap putaran. Setelah sekitar 10 menit di ukur dengan menggunakan stopwatch, di ukur berapa penurunan temperatur gas buang menggunakan termokopel yang telah dipasang pada *header pipe* serta berapa pemakaian bahan bakar 8 ml setelah itu didapat data konsumsi bahan bakar pemakaian, selanjutnya dilakukan pengulangan hingga 3 kali pengujian.

Pengujian kondisi motor selanjutnya sama dengan prosedur sebelumnya akan tetapi perlu dideteksi apakah terjadi kebocoran aliran fluida sehingga mengakibatkan terganggunya sirkulasi dari aliran fluida pendingin tersebut. Setelah pengujian selesai mesin dimatikan serta stopwatch dinonaktifkan. Kemudian untuk mendapatkan data konsumsi bahan bakar, maka perlu dilakukan perhitungan seperti kondisi awal. Hal yang sama juga dilakukan untuk kondisi motor diesel tanpa pendingin, baik itu prosedur percobaan atau pengambilan data dengan lima variasi putaran mesin dan variasi bukaan klep . Semua data yang terbaca juga dicatat.

Berikut ini diagram alir prosedur pengujian yang akan dilakukan



**Gambar 19.** Alur Proses Pengambilan Data