

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Bahan Penelitian

Adapun beberapa bahan yang akan digunakan pada penelitian unjuk kerja mesin diesel ini, antara lain :

1. Biodiesel Jarak dan Sawit

Biodiesel dari minyak sawit dan minyak jarak ini sebelumnya telah dibuat melalui proses transesterifikasi, dengan komposisi perbandingan minyak sawit 70% dan minyak jarak 30%. Perbandingan campuran tersebut dapat dilihat pada Table 3.1:

Tabel 3.1 Perbandingan komposisi campuran biodiesel jarak dan sawit

No	Sampel	Variasi Komposisi Campuran (%)	
		Biodiesel Jarak	Biodiesel Sawit
1	BJBS 3:7	30	70

Variasi dari campuran biodiesel jarak dan biodiesel sawit kemudian dilakukan uji sifat fisik. Uji sifat fisik tersebut dilakukan guna mengetahui karakteristik dari biodiesel tersebut, apakah dapat diujikan langsung pada mesin diesel atau tidak.

2. Minyak Solar

Bahan bakar minyak solar diperoleh dari Gedung Sportorium Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Solar Murni dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Solar

3. Biodiesel Variasi B25, B30, B35 dan B40

Bahan bakar campuran biodiesel dan solar dengan variasi B25, B30, B35 dan B40 merupakan bahan bakar yang akan digunakan pada penelitian ini. Sampel biodiesel dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Biodiesel B25, B30, B35 dan B40

3.2 Alat Penelitian

Pada penelitian ini terdapat beberapa alat yang digunakan dalam proses penelitian diantaranya adalah :

3.2.1 Mesin Diesel dan Alternator

Mesin diesel yang digunakan dalam penelitian ini adalah JIANGDONG R180N 4 langkah silinder tunggal dengan spesifikasi dapat dilihat pada Gambar 3.3 dan spesifikasi pada Tabel 3.2 dan Tabel 3.3.

Tabel 3.2 Spesifikasi mesin diesel

Komponen	Spesifikasi
Merk	JIANGDONG
Type	R180N Hopper (<i>Horizontal 4 stroke</i>)
Daya Maksimum	8 HP / 2600 rpm
Daya Rata-rata	7,5 HP / 2600 rpm
Diameter x Langkah	80 mm x 80 mm
Isi Silinder	402 cc
Jumlah Silinder	1 Silinder
Sistem Start	Engkol / tangan
Sistem Pendingin	Hopper
Sistem Governor	Mekanis
Sistem Pembakaran	Indirect
Perbandingan Kompresi	21 : 1
Berat	79 Kg

Tabel 3.3 Spesifikasi alternator / dynamo

Komponen	Spesifikasi
Merk	Yasui ST 3 (<i>Single Phase</i>)
Max. Output	3 kW
Rated Output	2.4 kW
Tegangan	230 Volt
Arus	13 A
Putaran	1500 rpm
Power Factor	1.0
Berat	70 Kg



Keterangan ;

1. Mesin Diesel
2. Alternator
3. Display alat ukur

Gambar 3.3 Mesin Diesel dan Alternator

3.2.2 Alat Uji Injeksi

Alat uji yang digunakan untuk melakukan uji injeksi terdiri dari beberapa komponen yang kemudian dirakit sehingga menjadi alat uji injeksi / semprotan bahan bakar. Alat uji injeksi dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Alat Uji Injeksi

3.2.3 Alat Instrumentasi

Kelengkapan peralatan yang terdapat pada alat uji unjuk kerja mesin diesel antara lain :

1. Tachometer Digital

Tachometer digital digunakan untuk menghitung atau mengukur putaran mesin (rpm). Alat ini dilengkapi dengan *Hall Proximity Switch Sensor NPN*. Alat ini juga dapat menghitung putaran mesin hingga 9999 rpm. Alat tachometer dan spesifikasi dapat dilihat pada Gambar 3.5.



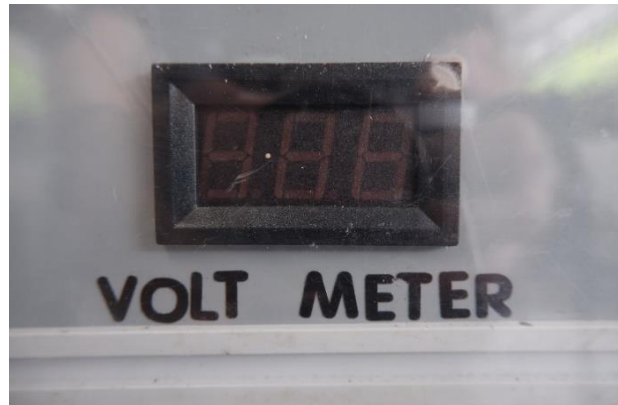
Gambar 3.5 Tachometer Digital

Spesifikasi :

- Range pengukuran : 5 – 9999 rpm
- Range deteksi : 10 mm
- Hall proximity model : NJK-5002C
- Response frequency : 100 Hz

2. Voltmeter Digital

Voltmeter digital digunakan untuk mengukur tegangan yang dihasilkan oleh dynamo alternator pada mesin diesel. Alat ini memiliki kapasitas dari 0 – 500 Volt. Alat voltmeter digital dan spesifikasi dapat dilihat pada Gambar 3.6



Gambar 3.6 Voltmeter Digital

Spesifikasi :

- Range pengukuran : 0 – 500 V
- Akurasi : 1 %
- Display : 0.56" LED merah, 3 digit
- Dimensi : 48 x 29 x 21 mm

3. Ampere Meter Digital

Ampere meter digital digunakan untuk mengukur arus yang dihasilkan oleh dynamo alternator pada mesin diesel setelah diberi pembebanan berupa lampu. Alat ini memiliki kapasitas dari 0 – 30 Ampere. Alat ampere meter digital dan Spesifikasi dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Ampere Meter Digital

Spesifikasi :

- Range pengukuran : 0 – 30 A
- Akurasi : 0,1 %
- Display : 9 x 5.5 mm LED merah, 4 digit
- Dimensi : 40.5 x 23 x 20 mm

4. Tangki Bahan Bakar dan Burret

Tangki bahan bakar digunakan untuk menampung bahan bakar yang dipakai untuk mesin diesel. Alat ini dilengkapi burret kapasitas 25 ml dan dudukan untuk menopang tangki burret nya. Tangki bahan bakar dan burret dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Tangki Bahan Bakar Mini dan Burret

Spesifikasi :

- Tangki bahan bakar : reservoir minyak rem belakang Jupiter MX
- Burret : IWAKI, 25 ml

5. Selang Bahan Bakar

Selang bahan bakar berfungsi untuk menyalurkan bahan bakar dari tangki bahan bakar ke *intake manifold*. Selang dapat dilihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Selang Bahan Bakar

6. Lampu (Beban)

Lampu ini digunakan untuk membebani dynamo alternator pada mesin diesel. Jumlah lampu yang digunakan adalah 5 buah lampu, masing-masing lampu memiliki daya sebesar 500 watt. Alat lampu dan spesifikasi dapat dilihat pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10 Lampu

Spesifikasi :

- Merk : Philips
- Tipe : Halogen
- Daya : 5 x 500 Watt

7. Motor Listrik

Motor listrik digunakan untuk menggerakkan pompa bahan bakar, sehingga bahan bakar dapat disalurkan ke injektor melalui selang nosel. Alat motor listrik dan spesifikasi dapat dilihat pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11 Motor Listrik

Spesifikasi :

- Merk : EFOS
- Tipe : JY1A-4. Single Phase
- Daya Listrik : 375 Watt
- Voltase : 220 Volt AC
- Kecepatan tanpa beban : 1420 rpm

8. Selang Nosel

Selang nosel berfungsi untuk mengalirkan bahan bakar dari pompa injektor ke nosel. Selang nosel dapat dilihat pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12 Selang Nosel

9. Pompa Injektor

Pompa injektor berfungsi untuk memompa bahan bakar dari tangki ke selang nosel kemudian disalurkan ke nosel. Alat pompa injector dapat dilihat pada Gambar 3.13.



Gambar 3.13 Pompa Injektor

10. Injektor

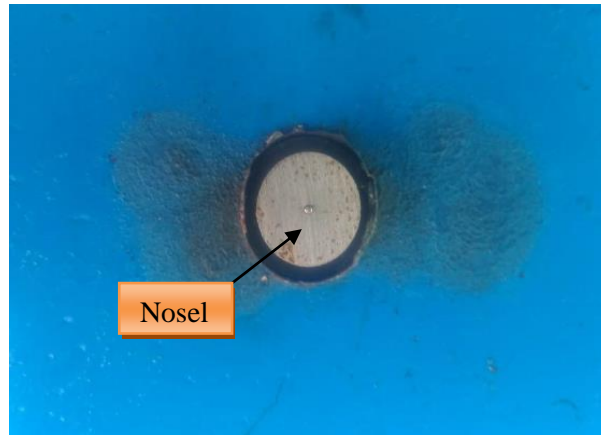
Injektor berfungsi untuk menghantarkan bahan bakar dari pompa injektor ke nosel yang kemudian disemprotkan ke dalam silinder. Alat injektor dapat dilihat pada Gambar 3.14.



Gambar 3.14 Injektor

11. Nosel

Nosel berfungsi sebagai penyemprot bahan bakar ke dalam ruang bakar. Nosel dapat dilihat pada Gambar 3.15.



Gambar 3.15 Nosel

12. Kamera

Kamera digunakan untuk mengambil data karakteristik dari injeksi atau semprotan bahan bakar yang diujikan. Kamera dapat dilihat pada Gambar 3.16.



Gambar 3.16 Kamera

Spesifikasi :

- Merk : Fujifilm
- Tipe : X – A3
- Resolusi : 24.2 MP
- UHD 4K/24p & Full HD 1080/60p Video
- Lensa XC 16 – 50 mm

3.3 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir digunakan untuk mempermudah dalam melakukan pengujian pada penelitian ini. Pada pengujian dan penelitian ini dibuat beberapa kondisi untuk mempermudah pengambilan data dengan variasi pengujian. Adapun Tabel 3.4 kondisi yang digunakan pada pengujian kinerja mesin diesel dan Tabel 3.5 karakteristik injeksi sebagai berikut :

Tabel 3.4 Kondisi pengujian unjuk kerja mesin diesel

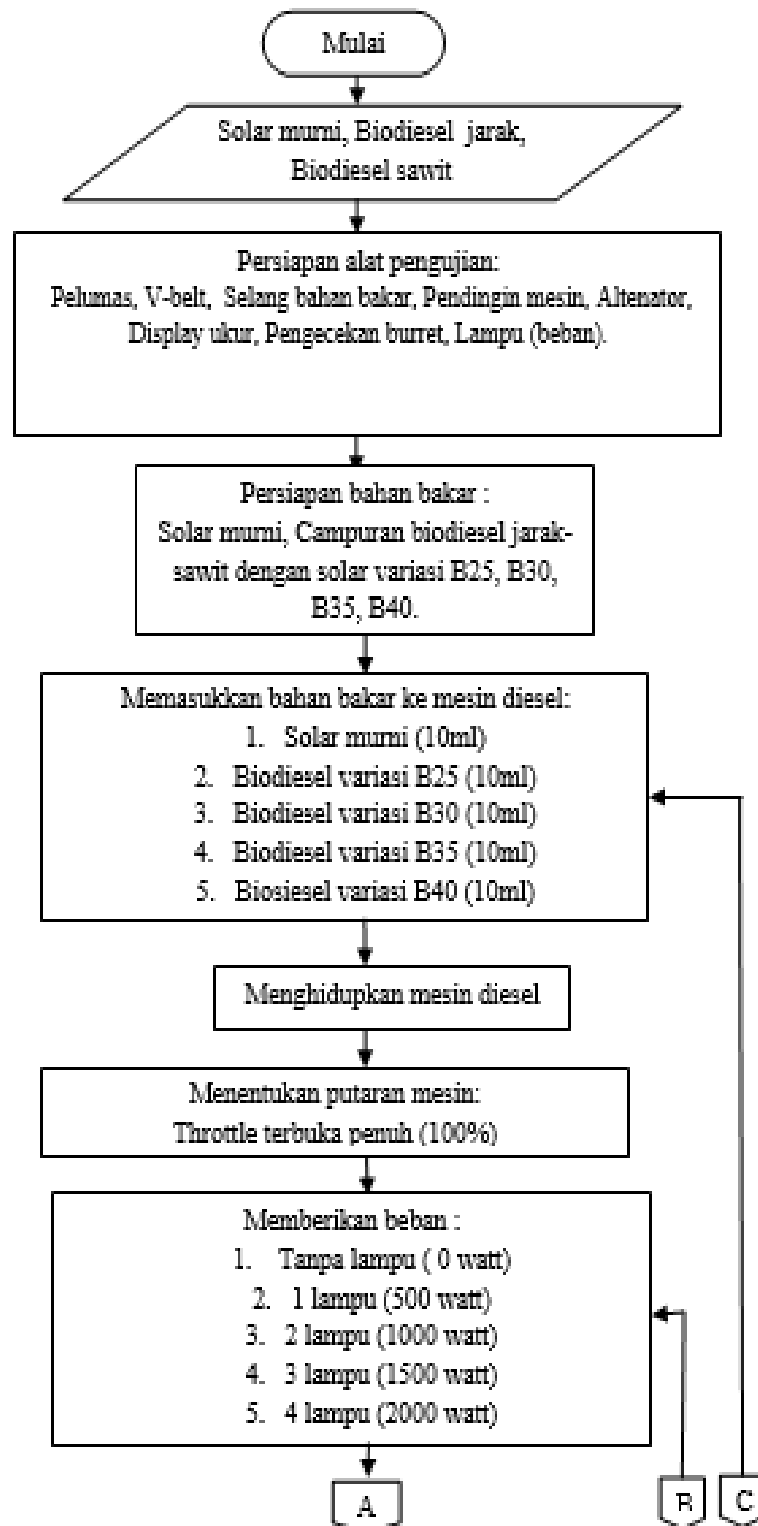
Kondisi	Keterangan
Kondisi 1	Unjuk kerja mesin diesel dengan bahan bakar minyak solar
Kondisi 2	Unjuk kerja mesin diesel dengan bahan bakar campuran biodiesel jarak – sawit dan solar pada variasi B25, B30, B35, dan B40

Tabel 3.5 Kondisi pengujian karakteristik injeksi

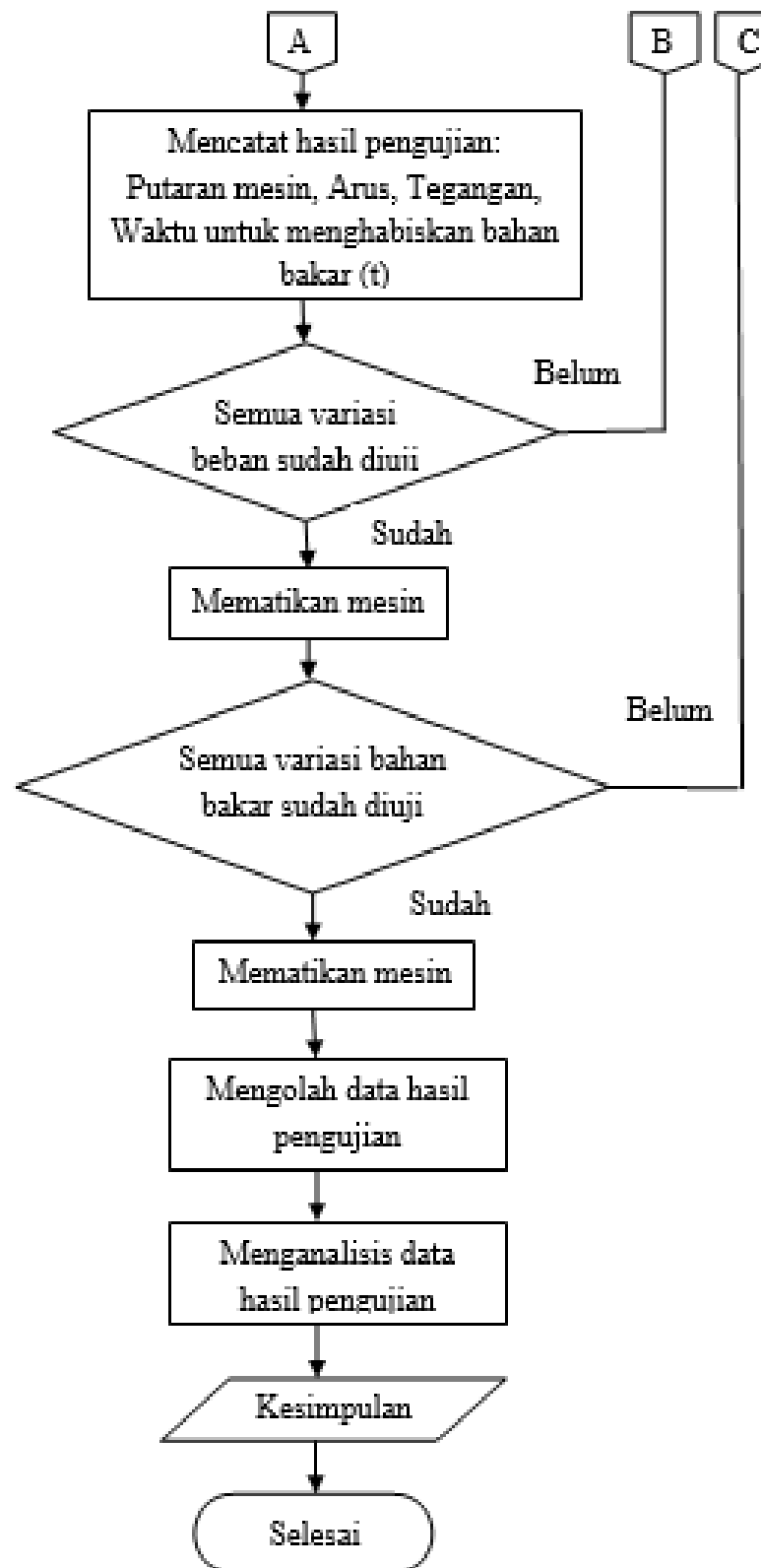
Kondisi	Keterangan
Kondisi 1	Karakteristik injeksi dengan bahan bakar minyak solar
Kondisi 2	Karakteristik injeksi dengan bahan bakar campuran biodiesel jarak – sawit dan solar pada variasi B25, B30, B35, dan B40

3.3.1 Pengujian Unjuk Kerja Mesin Diesel

Pengujian unjuk kerja mesin diesel ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui perbandingan performa mesin diesel saat menggunakan bahan bakar solar dan menggunakan bahan bakar biodiesel jarak – sawit dengan variasi B25, B30, B35, dan B40. Diagram berikut merupakan diagram alir dari pengujian unjuk kerja mesin diesel yang dapat dilihat pada Gambar 3.17.



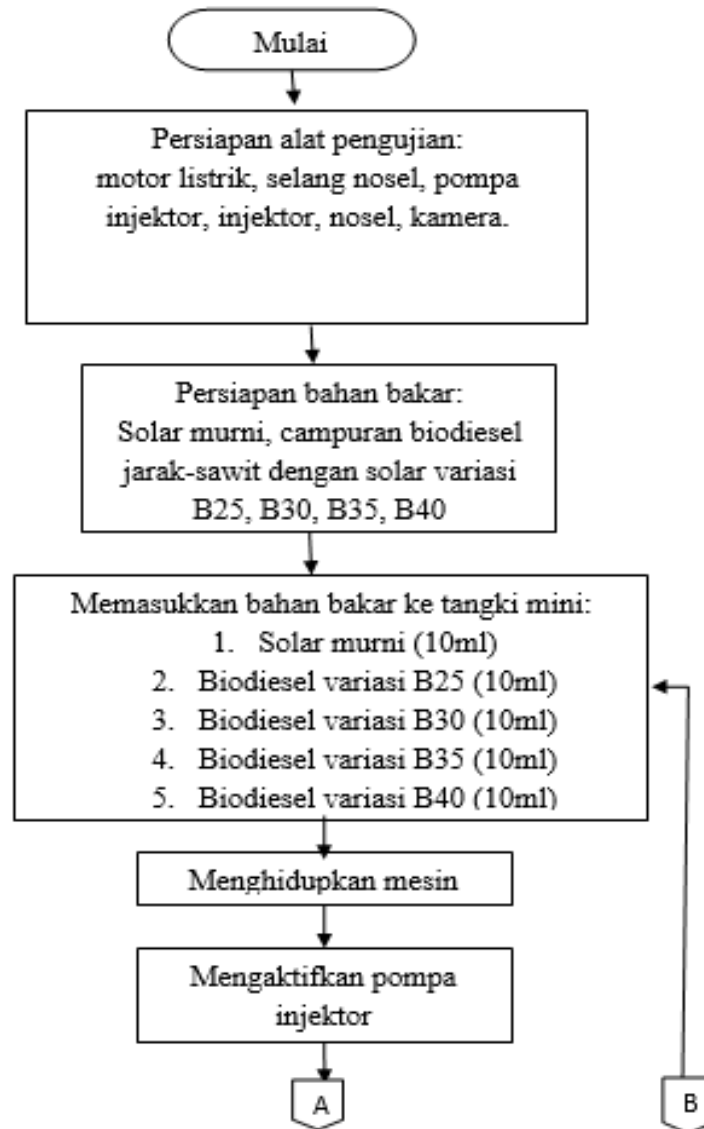
Gambar 3.17 Diagram alir pengujian unjuk kerja mesin diesel



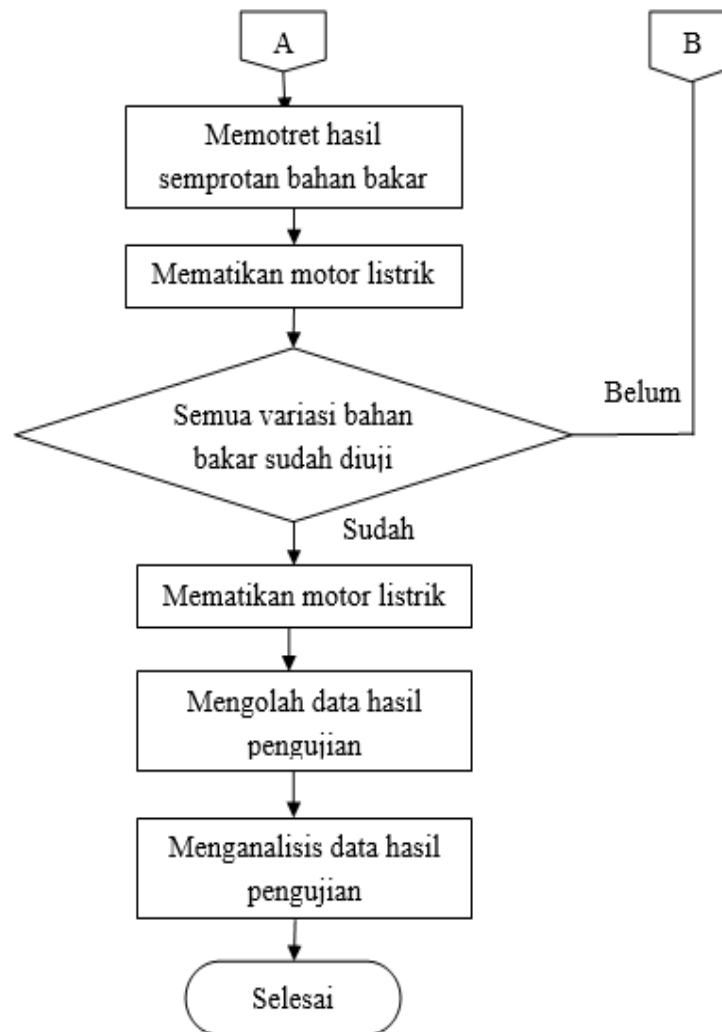
Gambar 3.17 Diagram alir pengujian unjuk kerja mesin diesel (lanjutan)

3.3.2 Pengujian Karakteristik Injeksi

Uji karakteristik injeksi dilakukan untuk mengetahui karakter semprotan pada nosel dengan bahan bakar solar dan bahan bakar biodiesel variasi B25, B30, B35, dan B40 pada tekanan udara normal (1 atm). Gambar 3.18 berikut merupakan diagram alir dari pengujian karakteristik injeksi.



Gambar 3.18 Diagram alir pengujian karakteristik injeksi



Gambar 3.18 Diagram alir pengujian karakteristik injeksi (lanjutan)

3.4 Tempat Penelitian dan Pengujian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

3.5 Persiapan Pengujian

Persiapan awal yang dilakukan sebelum melakukan penelitian yaitu memeriksa kondisi alat dan bahan yang akan digunakan untuk pengujian. Tujuan melakukan persiapan pengujian adalah untuk memperoleh data yang akurat pada hasil pengujian. Berikut langkah persiapan alat pengujian :

1. Mesin diesel Jiangdong

pemeriksaan kondisi mesin, pelumas, sistem pendinginan dan sistem bahan bakar dengan tujuan agar mesin diesel tersebut dalam kondisi optimal dan siap uji.

2. Alat uji karakteristik injeksi bahan bakar

Alat uji karakteristik bahan bakar yang digunakan dalam penelitian dilakukan pemeriksaan kondisi motor listrik, pompa injektor, selang bahan bakar, injektor, dan nosel dengan tujuan agar alat uji tersebut dalam kondisi optimal dan siap uji.

3. Alat ukur

Sebelum alat ukur digunakan untuk pengujian harus dilakukan kalibrasi terlebih dahulu untuk memastikan bahwa alat ukur dalam posisi nol sebelum digunakan.

4. Bahan bakar

Bahan bakar yang digunakan dalam pengujian ini menggunakan bahan bakar solar dan campuran biodiesel jarak – sawit dan solar dengan variasi B25, B30, B35, dan B40.

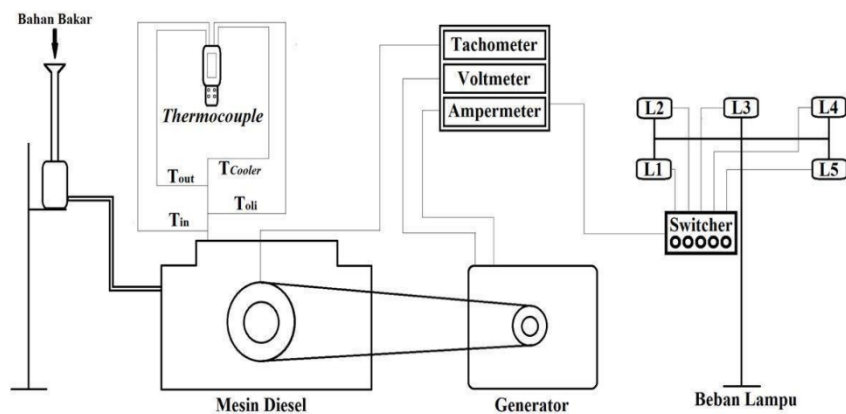
3.6 Tahap Pengujian

3.6.1 Pengujian Unjuk Kerja Mesin Diesel

Uji unjuk kerja mesin diesel dilakukan pada malam hari, hal ini dilakukan karena temperatur pada malam hari lebih stabil sehingga mesin dapat bekerja dengan temperatur yang stabil dan diharapkan data yang dihasilkan lebih akurat. Alat pengujian mesin diesel dan pembebanan lampu dapat dilihat pada Gambar 3.19 dan skema pengujian unjuk kerja mesin diesel dapat dilihat pada Gambar 3.20.



Gambar 3.19 Pengujian unjuk kerja mesin diesel



Gambar 3.20 Skema pengujian unjuk kerja mesin diesel

Proses pengujian dan pengambilan data unjuk kerja mesin diesel dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Mempersiapkan peralatan yang akan digunakan dalam proses pengujian, diantaranya tool kit dan lain-lain.
2. Melakukan pemeriksaan terhadap mesin diesel meliputi sistem bahan bakar, pendinginan dan pelumasan.
3. Menyiapkan bahan bakar yang akan digunakan dalam proses pengujian.
4. Menghidupkan mesin diesel yang akan digunakan untuk pengujian.
5. Mencampurkan bahan bakar solar dan biodiesel jarak – sawit dengan variasi B25, B30, B35, dan B40.

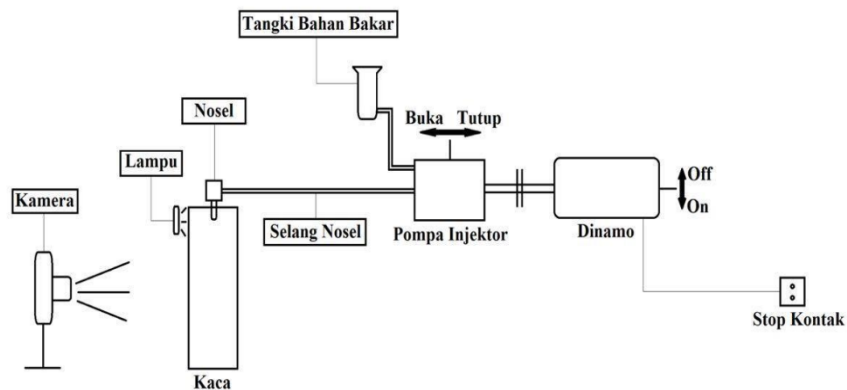
6. Memberikan pembebanan terhadap mesin diesel dari 1 lampu sampai dengan 5 lampu yang masing-masing lampu memiliki daya sebesar 500 watt.
7. Melakukan pengujian dan pengambilan data berupa putaran mesin, tegangan, arus, dan konsumsi bahan bakar.
8. Mencatat temperatur pendingin, pelumasan, gas buang dan udara masuk.
9. Mengulang semua proses di atas dengan menggunakan semua variasi bahan bakar yang ada.
10. Setelah selesai semua proses dan mencatat data – datanya kemudian mematikan mesin diesel.
11. Melakukan pemeriksaan ulang terhadap mesin diesel atau alat uji.
12. Membersihkan serta merapikan alat dan tempat pengujian setelah selesai melakukan pengujian.

3.6.2 Pengujian Karakteristik Injeksi

Pengujian karakteristik injeksi juga dilakukan pada waktu yang sama seperti pada pengujian unjuk kerja mesin. Hal ini dilakukan agar karakteristik semprotan lebih terlihat. Alat pengujian karakteristik injeksi dapat dilihat pada Gambar 3.21 dan skema pengujian karakteristik injeksi dapat dilihat pada Gambar 3.22.



Gambar 3.21 Pengujian karakteristik injeksi



Gambar 3.22 Skema pengujian karakteristik injeksi

Langkah proses pengujian dan pengambilan data karakteristik injeksi nosel sebagai berikut.

1. Mempersiapkan alat yang akan digunakan dalam pengujian.
2. Menyiapkan bahan bakar yang digunakan dalam pengujian.
3. Mengisi tangki bahan bakar dengan variasi bahan bakar yang akan diuji.
4. Menghidupkan dinamo dan melakukan pengambilan data dengan cara memotret menggunakan kamera.
5. Mematikan alat setelah pengambilan data selesai.
6. Mengulai proses dari (1) sampai (6) dengan bahan bakar yang berbeda.
7. Membersihkan alat uji dan tempat pengambilan data.

3.7 Metode Pengujian

Dilakukan tahap pemeriksaan pada mesin diesel dan melakukan kalibrasi pada alat ukur sebelum melakukan pengujian kinerja mesin diesel dan karakteristik injeksi mesin diesel dengan bahan bakar biodiesel. Tahap pemeriksaan ini dilakukan agar dapat memperoleh hasil yang akurat serta untuk menjaga keselamatan kerja pada saat melakukan pengujian dan pengambilan data.

3.8 Metode Pengambilan Data

Proses pengujian dilakukan pada putaran stasioner 2500 rpm atau terbuka penuh. Kemudian dilakukan pembebanan terhadap mesin diesel menggunakan pembebanan dari satu lampu sampai lampu kelima dengan daya masing – masing lampu adalah 500 watt dan dinyalakan secara berurutan. Langkah ini dilakukan secara berulang – ulang sesuai dengan kebutuhan data yang diambil serta menggunakan variasi perbandingan antara bahan bakar solar dan biodiesel jarak – sawit dengan variasi B25, B30, B35 dan B40.

3.9 Metode Perhitungan Daya dan Konsumsi Bahan Bakar

Data daya diperoleh dari hasil pengujian pada mesin diesel yang telah dilakukan yaitu dengan mengkalikan tegangan dengan arus yang didapatkan dari pengamatan pada alternator, maka akan didapatkan daya yang dihasilkan dari mesin.

Konsumsi bahan bakar dapat diketahui dengan melakukan pengujian menggunakan tangki mini dengan burret sebagai alat penampung bahan bakar agar dapat dilakukan proses bongkar pasang dengan mudah. Proses ini dilakukan dengan mengisi tangki mini dengan takaran tertentu.

3.10 Metode Perhitungan Besar Sudut Injeksi Bahan Bakar

Panjang dan besar sudut injeksi bahan bakar diperoleh dengan melakukan uji karakteristik injeksi melalui pengambilan foto saat bahan bakar diinjeksikan, kemudian foto tersebut diedit menggunakan Software Autodesk Inventor. Selanjutnya, gambar tersebut dianalisa untuk mengetahui panjang dan besar sudut penginjeksiannya.