

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Bahan dan Alat Penelitian

3.1.1 Bahan Penelitian

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

3.1.1.1 Biodiesel Jarak dan Sawit

Biodiesel jarak dan sawit ini dibuat dengan proses transesterifikasi, selanjutnya antara biodiesel jarak dan sawit tersebut dicampur menjadi variasi sebagai berikut :

Tabel 3.1 Perbandingan komposisi campuran biodiesel jarak dan sawit

No	Sampel	Variasi komposisi campuran (%)	
		Biodiesel Jarak	Biodiesel Sawit
1	BJBS 91	90	10
2	BJBS 82	80	20
3	BJBS 73	70	30
4	BJBS 64	60	40
5	BJBS 55	50	50

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

Tabel 3.2 Sifat fisik campuran biodiesel jarak dan sawit

Nama Sampel	Sifat Fisik			
	Viskositas (cSt)	Densitas (g/ml)	Flashpoint (°C)	Nilai Kalor (cal/g)
BJBS 91	18.701	0.898	192.267	8833.012
BJBS 82	15.485	0.891	193.333	8933.093
BJBS 73	13.844	0.888	182.900	9017.606
BJBS 64	11.923	0.881	190.667	9096.640
BJBS 55	10.915	0.880	160.867	9083.425

Karena viskositas biodiesel yang masih tinggi, jadi dibuatlah variasi bahan bakar baru yaitu B5 dan B10. Variasi bahan bakar ini merupakan campuran dari biodiesel jarak – sawit dan solar dengan perbandingan 5% biodiesel dan 10% biodiesel terhadap solar.

3.1.1.2 Solar

Bahan bakar solar nonsubsidi ini diperoleh dari SPBU Pertamina 44.557.11 Jl. Bantul, Yogyakarta. Berikut sifat fisik dari solar dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Sifat fisik solar

Nama Sampel	Sifat Fisik			
	Viskositas (cSt)	Densitas (g/ml)	Flashpoint (°C)	Nilai Kalor (cal/g)
Solar	3.631	0.826	60.766	10970.030

3.1.1.3 Biodiesel Variasi B5 dan B10

Bahan bakar campuran biodiesel dan solar dengan variasi B5 dan B10 merupakan bahan bakar yang digunakan pada penelitian ini. Berikut data sifat fisik dari bahan bakar B5 dan B10.



Gambar 3.1 Bahan bakar B5 dan B10

Tabel 3.4 Sifat fisik campuran biodiesel jarak – sawit dengan variasi B5

Nama Sampel	Sifat Fisik			
	B5			
	Viskositas (cSt)	Densitas (g/ml)	Flashpoint (°C)	Nilai Kalor (cal/g)
BJBS 91	4.580	0.837	87.667	10779.120
BJBS 82	4.404	0.835	83.467	10801.090
BJBS 73	4.204	0.834	82.733	10770.040
BJBS 64	4.016	0.833	78.933	10765.020
BJBS 55	3.796	0.832	77.633	10774.220

Tabel 3.5 Sifat fisik campuran biodiesel jarak – sawit dengan variasi B10

Nama Sampel	Sifat Fisik			
	B10			
	Viskositas (cSt)	Densitas (g/ml)	Flashpoint (°C)	Nilai Kalor (cal/g)
BJBS 91	4.970	0.840	90.367	10566.300
BJBS 82	4.589	0.837	85.367	10514.240
BJBS 73	4.397	0.836	83.333	10691.220
BJBS 64	4.201	0.834	80.467	10705.070
BJBS 55	3.994	0.832	79.167	10661.130

3.2 Alat Penelitian

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

3.2.1 Mesin Diesel dan Alternator

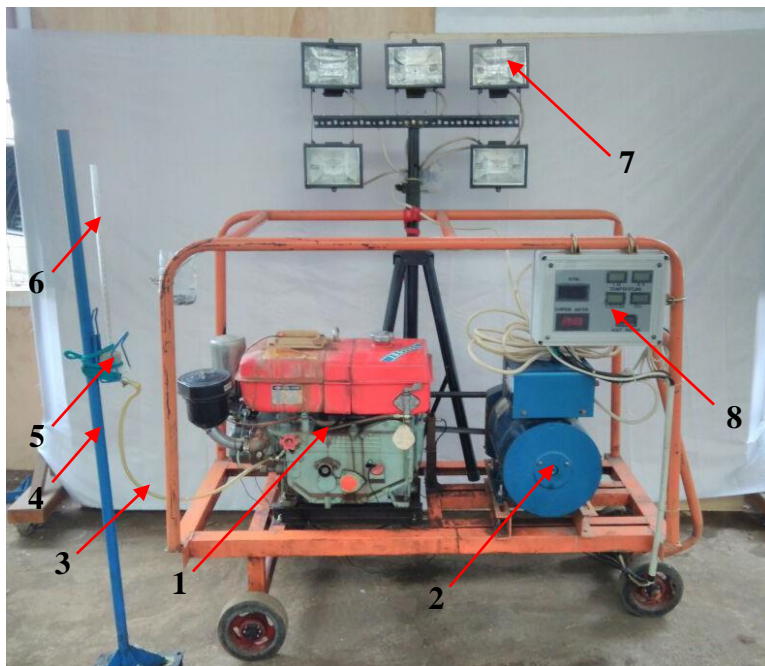
Mesin diesel yang digunakan dalam penelitian ini adalah JIANGDONG R180N 4 langkah silinder tunggal dengan spesifikasi sebagai berikut :

1. Spesifikasi Mesin Diesel

Komponen	Spesifikasi
Merk	Jiangdong
Type	R 180 N Hopper (<i>Horizontal 4 Stroke</i>)
Tenaga Maksimum	8 HP / 2600 rpm
Tenaga Kontinyu	6.6 HP / 2600 rpm
Diameter x Panjang	80 mm x 80 mm
Volume Langkah	0.402 liter
Jumlah Silinder	1 silinder
Sistem Start	Engkol / tangan
Sistem Pendingin	Hopper
Sistem Governor	Mekanis
Sistem Pembakaran	<i>Indirect</i>
Perbandingan Kompresi	21 : 1
Berat	79 Kg

2. 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/dynamo
3. Selang bahan bakar
4. Tiang penyangga
5. Tangki bahan bakar
6. Burret
7. Lampu (beban)
8. Display alat ukur

Gambar 3.2 Mesin diesel dan alternator

3.2.2 Alat Uji Injeksi

Alat yang digunakan untuk melakukan uji injeksi terdiri dari beberapa komponen yang kemudian dirakit sehingga menjadi alat uji injeksi / semprotan bahan bakar seperti berikut :



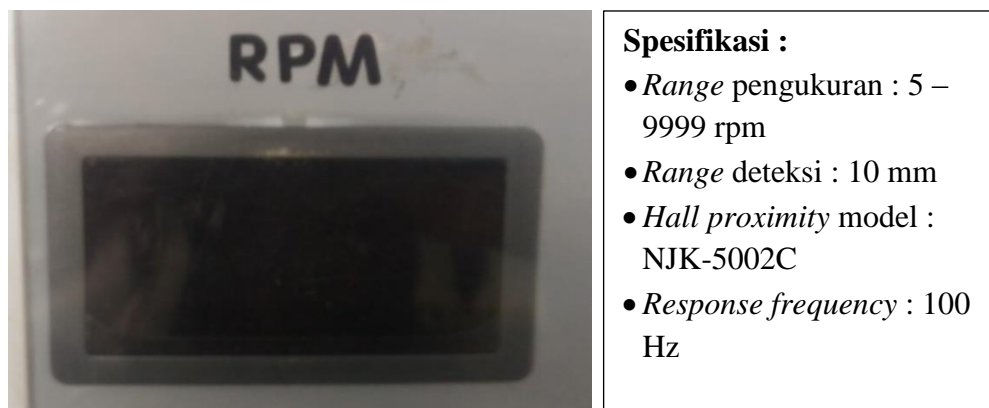
Gambar 3.3 Alat uji injeksi

3.2.3 Alat Instrumentasi

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

3.2.3.1 Tachometer Digital

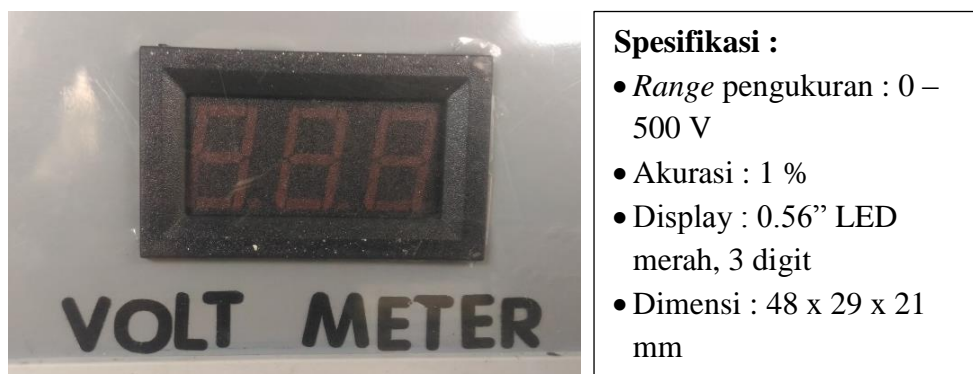
Tachometer digital digunakan untuk menghitung atau mengukur putaran mesin (rpm). Alat ini dilengkapi dengan *Hall Proximity Switch Sensor NPN*. Alat ini juga dapat menghitung putaran mesin hingga 9999 rpm.



Gambar 3.4 Tachometer Digital

3.2.3.2 Voltmeter Digital

Voltmeter digital digunakan untuk mengukur tegangan yang dihasilkan oleh dynamo alternator pada mesin diesel. Alat ini memiliki kapasitas dari 0-500 Volt.



Gambar 3.5 Voltmeter Digital

3.2.3.3 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.



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

Gambar 3.6 Ampere Meter Digital

3.2.3.4 Termometer Digital

Thermometer digital digunakan untuk mengukur temperatur udara masuk, gas buang, air pendingin dan oli / minyak pelumas pada mesin diesel. Alat ini memiliki kapasitas dari -200°C - 1372°C.



Spesifikasi :

- *Range* pengukuran : -200°C – 1372°C
- *Power supply* : 1 x 9V Battery
- Dimensi : 200 x 85 x 40 mm
- Berat : 232 g

Gambar 3.7 Termometer Digital

3.2.3.5 Tangki Bahan Bakar dan Burret

Tangki bahan bakar digunakan untuk menampung bahan bakar yang dipakai untuk mesin diesel. Alat ini dilengkapi dengan buret dengan kapasitas 25 ml dan dudukan digunakan untuk menopang tangki buretnya.



Gambar 3.8 Tangki Bahan Bakar dan Burret

3.2.3.6 Selang Bahan Bakar

Selang bahan bakar berfungsi untuk menyalurkan bahan bakar dari tangki bahan bakar ke *intake manifold*.



Gambar 3.9 Selang Bahan Bakar

3.2.3.7 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.



Spesifikasi :

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

Gambar 3.10 Lampu

1.2.3.8 Motor Listrik

Motor listrik digunakan untuk menggerakkan pompa bahan bakar, sehingga bahan bakar dapat disalurkan ke injektor melalui selang nosel.



Spesifikasi :

- Merk : EFOS
- Tipe : JY1A-4,
single phase
- Putaran : 1400 rpm

Gambar 3.11 Motor Listrik

3.2.3.9 Selang Nosel

Selang nosel berfungsi untuk mengalirkan bahan bakar dari pompa injektor ke nosel.



Gambar 3.12 Selang Nosel

3.2.3.10 Pompa Injektor

Pompa injektor berfungsi untuk memompa bahan bakar dari tangki ke selang nosel kemudian disalurkan ke nosel.



Gambar 3.13 Pompa Injektor

3.2.3.11 Injektor

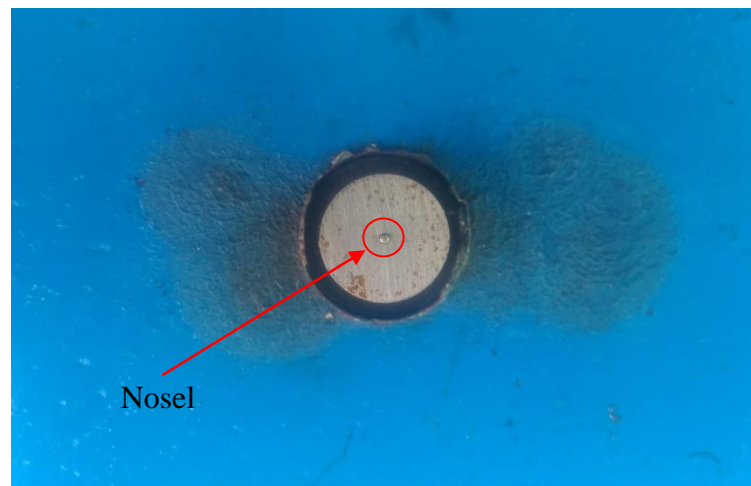
Injektor berfungsi untuk menghantarkan bahan bakar dari pompa injektor ke nosel yang kemudian disemprotkan ke dalam silinder.



Gambar 3.14 Injektor

3.2.3.12 Nosel

Nosel ini berfungsi sebagai penyemprot bahan bakar ke dalam ruang bakar.



Gambar 3.15 Nosel

3.2.3.13 Kamera

Kamera digunakan untuk mengambil data karakteristik dari injeksi atau semprotan bahan bakar.



Gambar 3.16 Kamera

3.3 Tempat Penelitian dan Pengujian

Tempat yang digunakan untuk seluruh penelitian ini adalah Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dan LPPT UGM.

3.4 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 beberapa kondisi yang digunakan pada pengujian karakteristik injeksi dan kinerja mesin diesel sebagai berikut :

Tabel 3.6 Kondisi pengujian unjuk kerja mesin diesel

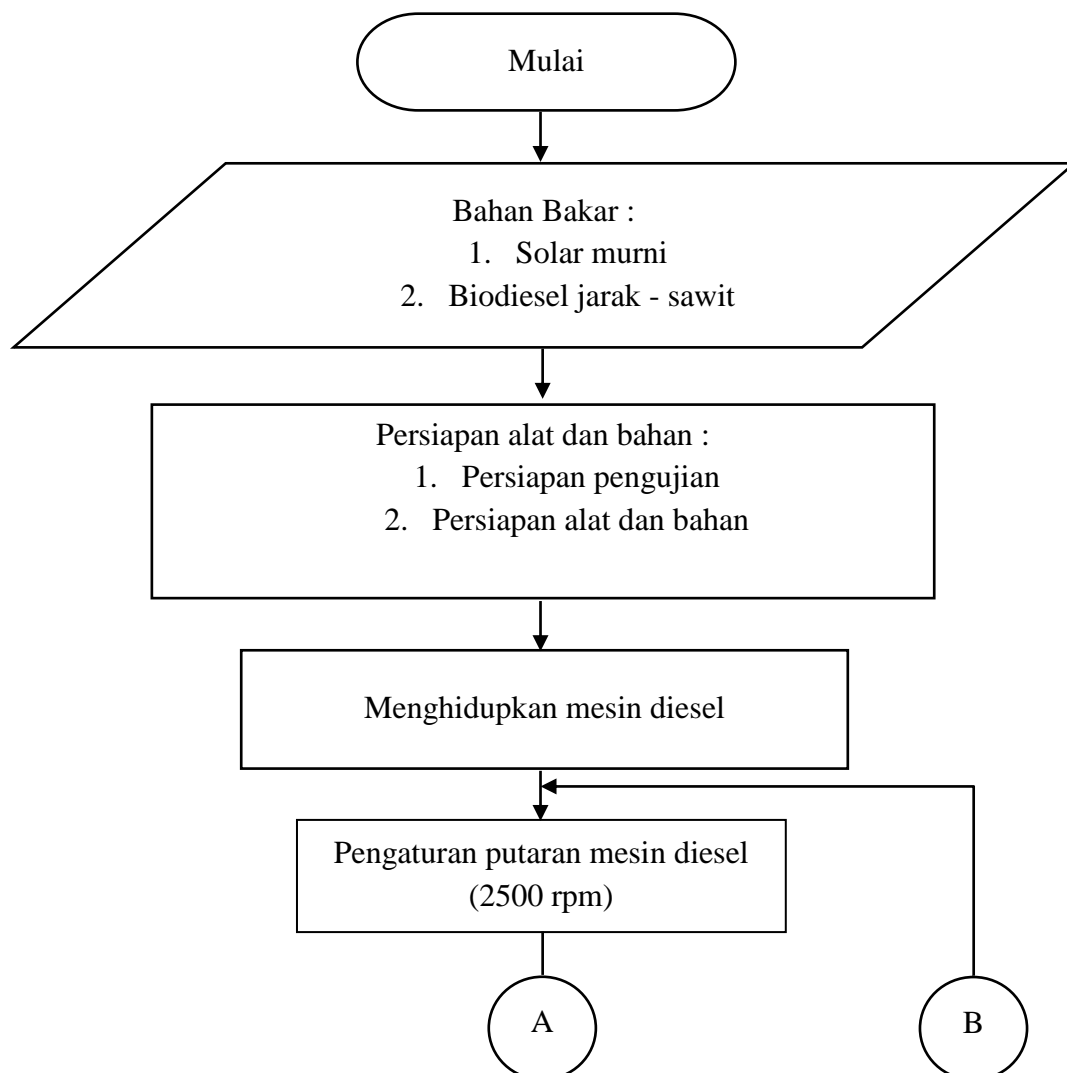
Kondisi	Keterangan
Kondisi 1	Unjuk kerja mesin diesel dengan bahan bakar minyak solar
Kondisi 2	Unjuk kerja mesin diesel dengan bahan bakar campuran biodiesel jarak – sawit dan solar pada variasi B5 dan B10

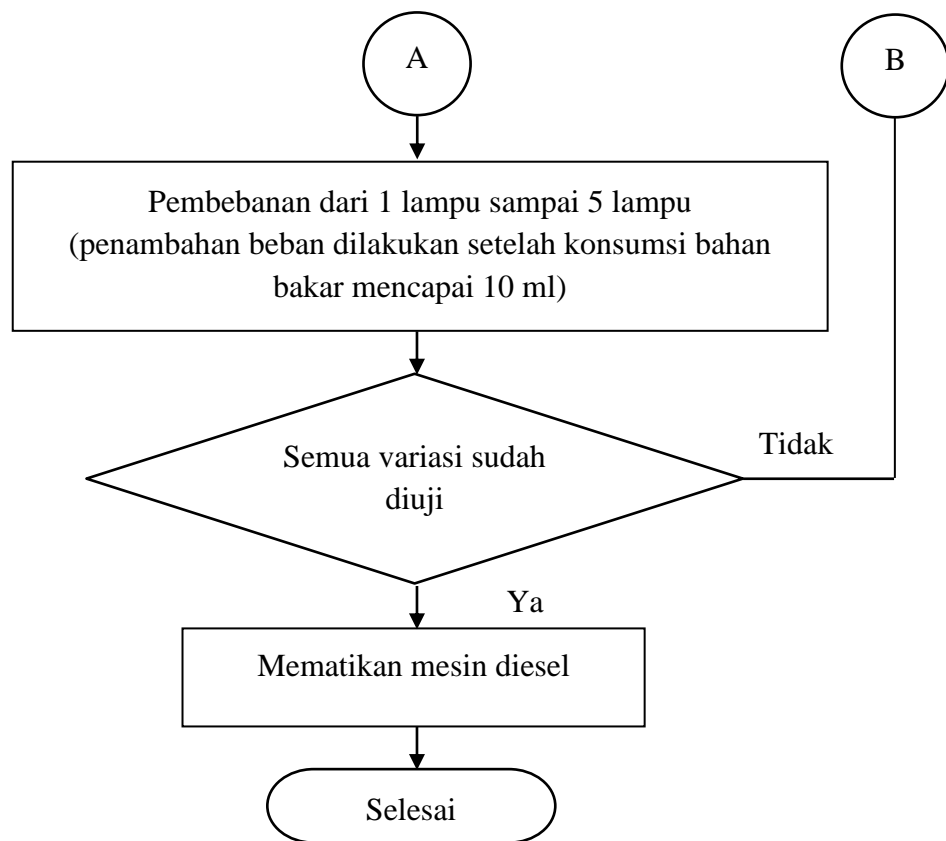
Tabel 3.7 Kondisi pengujian karakteristik injeksi

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 B5 dan B10

3.4.1 Pengujian Unjuk Kerja Mesin Diesel

Pengujian unjuk kerja mesin diesel ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui perbandingan peforma mesin diesel saat menggunakan bahan bakar solar dan saat menggunakan bahan bakar biodiesel jarak – sawit dengan variasi B5 dan B10. Gambar berikut merupakan diagram alir dari pengujian unjuk kerja mesin diesel.

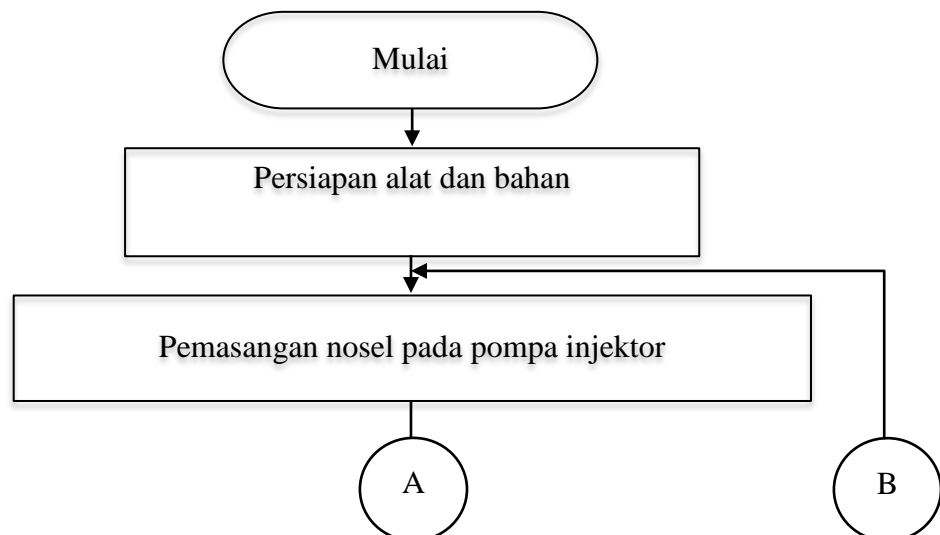


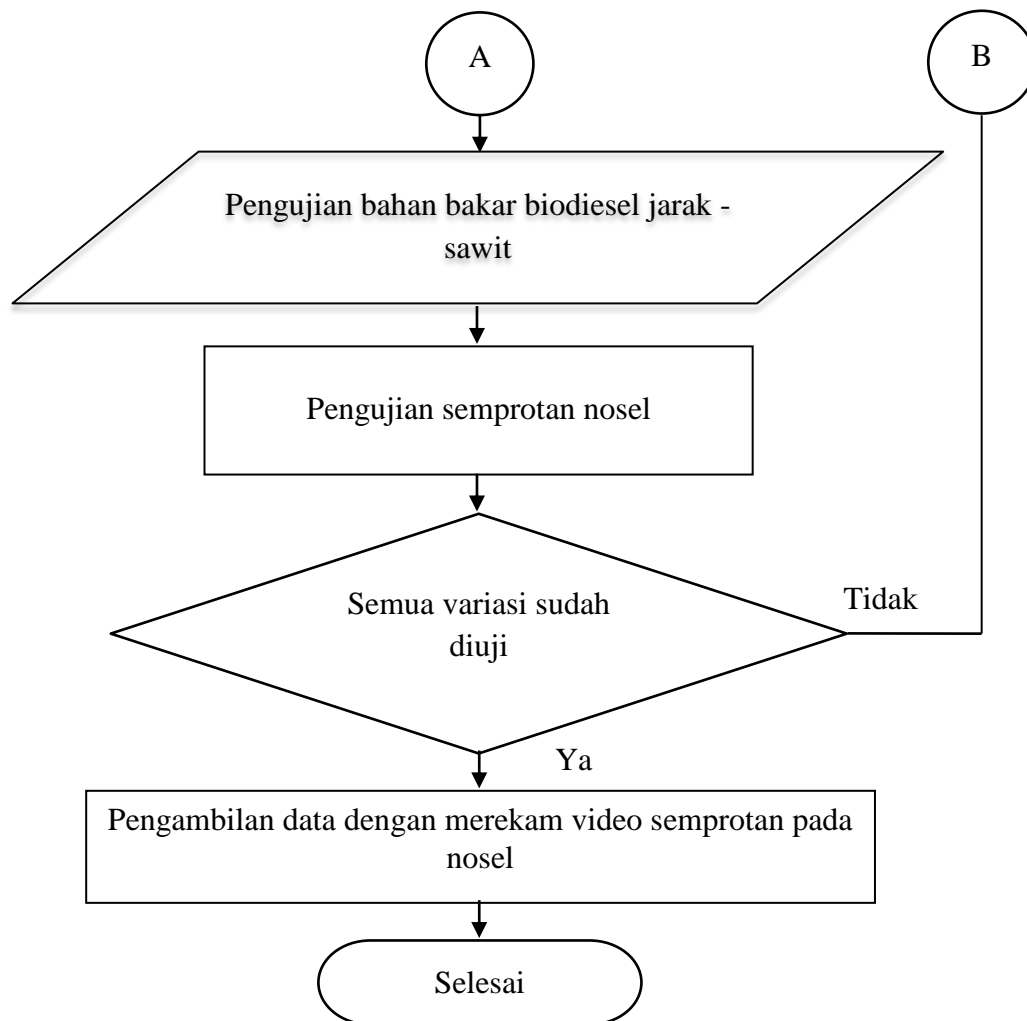


Gambar 3.17 Diagram alir pengujian unjuk kerja mesin diesel

3.4.2 Pengujian Karakteristik Injeksi

Uji karakteristik injeksi dilakukan untuk mengetahui karakter semprotan pada nosel dengan bahan bakar solar dan bahan bakar biodiesel variasi B5 dan B10 pada tekanan 1 atm. Gambar berikut merupakan diagram alir dari pengujian karakteristik injeksi.





Gambar 3.18 Diagram alir pengujian karakteristik injeksi

3.5 Persiapan Pengujian

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

1. Mesin diesel Jiangdong

Mesin diesel Jiangdong yang digunakan dalam penelitian, dilakukan pemeriksaan kondisi mesin, pelumasan, sistem pendinginan dan sistem

bahan bakar dengan tujuan agar mesin diesel tersebut dalam kondisi optimal dan siap diuji.

2. Alat Ukur

Alat ukur yang digunakan harus dalam keadaan normal, sebelum alat ukur digunakan untuk pengujian harus dilakukan kalibrasi terlebih dahulu untuk memastikan bahwa alat ukur dalam posisi nol sebelum digunakan.

3. Bahan bakar

Bahan bakar yang digunakan dalam pengujian ini menggunakan bahan bakar solar dan biodiesel jarak – sawit dengan variasi B5 dan B10.

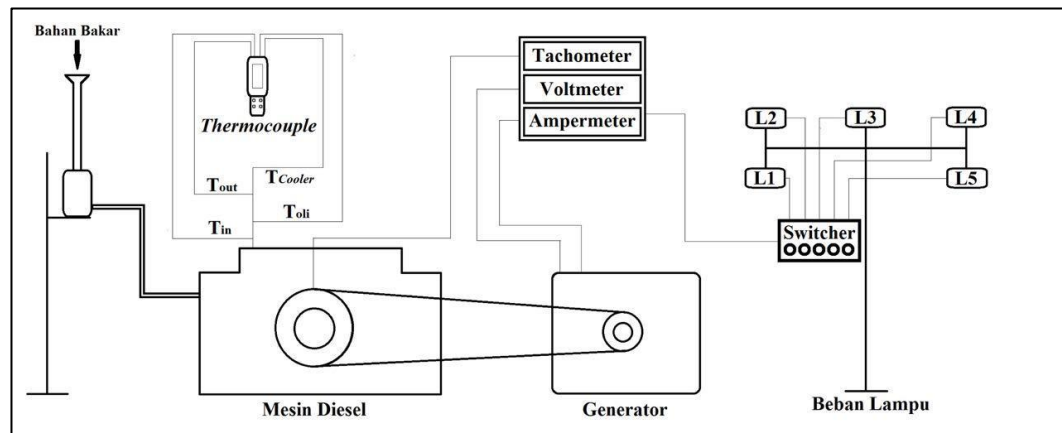
3.6 Tahapan Pengujian

3.6.1 Pengujian Unjuk Kerja Mesin Diesel

Uji unjuk kerja mesin diesel dilakukan pada malam hari, hal ini dilakukan karena temperatur pada saat malam hari lebih stabil sehingga mesin bekerja pada temperatur yang stabil pula dan diharapkan akan menghasilkan data yang lebih akurat.



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 pengujian.
4. Mengidupkankan mesin diesel yang digunakan untuk pengujian.
5. Melakukan variasi bahan bakar solar dan biodiesel jarak – sawit dengan ketentuan perbandingan B5 dan B10.
6. Memberikan pembebanan terhadap mesin diesel dari satu 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 perbandingan bahan bakar.
10. Setelah selesai semua proses dan mencatat data-datanya kemudian mesin diesel dimatikan.

11. Melakukan pemeriksaan ulang terhadap mesin diesel atau alat uji
12. Membersihkan dan merapikan alat dan tempat pengujian setelah selesai melakukan pengujian.

3.6.2 Pengujian Karakteristik Injeksi

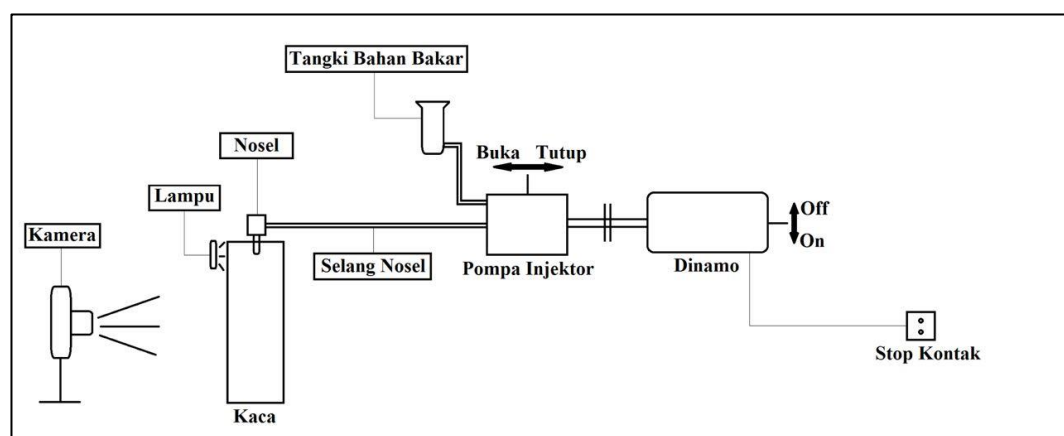
Pengujian karakteristik injeksi juga dilakukan pada waktu yang sama seperti pada pengujian unjuk kerja mesin. Hal ini dilakukan agar karakteristik semprotan akan lebih terlihat.



(a) Tampak atas

(b) Tampak bawah

Gambar 3.21 Pengujian karakteristik injeksi



Gambar 3.22 Skema uji karakteristik injeksi

Proses pengujian dan pengambilan data karakteristik injeksi dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Mempersiapkan alat yang akan digunakan untuk proses pengambilan data.
2. Menyiapkan bahan bakar yang akan digunakan dalam pengujian.
3. Mengidupkan alat pengujian karakteristik injeksi.
4. Mengatur putaran mesin/dynamo sesuai dengan putaran asli mesin diesel (setengah dari putaran mesin asli).
5. Melakukan pengambilan data dengan menggunakan kamera (merekam video).
6. Setelah selesai melakukan perekaman, kemudian alat dimatikan.
7. Mengulangi proses dari (1) sampai (7) dengan bahan bakar yang berbeda.
8. Membersihkan alat uji karakteristik injeksi mesin diesel dan tempat pengambilan data.

3.7 Metode Pengujian

Sebelum melakukan pengujian kinerja mesin dan karakteristik injeksi mesin diesel dilakukan sebuah langkah pemeriksaan pada mesin diesel dan melakukan kalibrasi pada alat ukur agar dapat memperoleh hasil yang akurat.

Pemeriksaan kondisi alat dan bahan bertujuan untuk menjaga keselamatan kerja pada saat melakukan pengujian dan pengambilan data.

3.8 Metode Pengambilan Data

Proses pengujian dilakukan pada putaran stasioner, yaitu pada posisi 2500 rpm atau pada throttle terbuka penuh. Kemudian dilakukan pembebanan terhadap mesin diesel menggunakan pembebanan dari satu lampu hingga lima lampu 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 B5 dan B10.

Metode pengujian karakteristik injeksi mesin diesel dilakukan pada putaran stasioner dengan tekanan 1 atm. Pengujian dilakukan secara berulang sesuai dengan variasi bahan bakar yang digunakan.

3.9 Metode Perhitungan Daya dan Konsumsi Bahan Bakar

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

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

3.10 Metode Perhitungan Panjang dan Besar Sudut Injeksi Bahan Bakar

Panjang dan besar sudut injeksi bahan bakar diperoleh dengan melakukan uji karakteristik injeksi melalui pengambilan video saat bahan bakar di injeksikan, kemudian video tersebut diubah ke dalam format gambar menggunakan Adobe Premier Pro 2017. Selanjutnya, gambar tersebut dibuat ukuran dengan skala 1:6 terhadap benda aslinya dan dianalisa untuk mengetahui panjang dan besar sudut penginjeksiannya.

Proses analisa secara teoritis dilakukan menggunakan persamaan Gary L. Borman (1998) dan untuk mengetahui ukuran serta sudut injeksi secara visual pada gambar dilakukan menggunakan Autodesk Inventor Pro 2015.