

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Pengujian

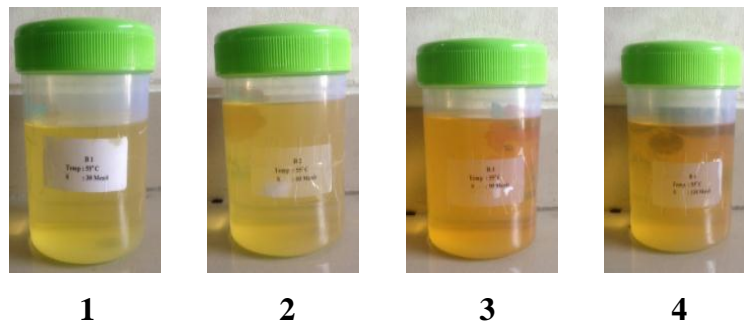
Penelitian dan pengujian ini dilakukan di laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Waktu pelaksanaan penelitian dilakukan pada bulan Agustus – November.

3.2. Bahan Penelitian

Bahan yang menjadi objek penelitian ini yaitu bahan bakar biodiesel dari minyak kedelai dan solar murni.

3.2.1. Biodiesel murni

Biodiesel murni ini terbuat dari minyak kedelai dengan variasi pembuatannya berdasarkan temperatur dan waktu.



Gambar 3.1 Biodiesel Murni

Keterangan :

1. B1 (Temperatur: 55°C, waktu: 30 menit)
2. B2 (Temperatur: 55°C, waktu: 60 menit)
3. B3 (Temperatur: 55°C, waktu: 90 menit)
4. B4 (Temperatur: 55°C, waktu: 120 menit)

3.2.2. Biodiesel B5 dan B10

Bahan bakar biodiesel murni di atas akan dicampur dengan minyak solar murni dengan variasi sebagai berikut:

1. BK1 (Biodiesel kedelai 30 menit + solar murni)
 - a. BK1 (5%) + solar murni (95%) = B5
 - b. BK1 (10%) + solar murni (90%) = B10
2. BK2 (Biodiesel kedelai 60 menit + solar murni)
 - a. BK2 (5%) + solar murni (95%) = B5
 - b. BK2 (10%) + solar murni (90%) = B10
3. BK3 (Biodiesel kedelai 90 menit + solar murni)
 - a. BK3 (5%) + solar murni (95%) = B5
 - b. BK3 (10%) + solar murni (90%) = B10
4. BK4 (Biodiesel kedelai 120 menit + solar murni)
 - a. BK4 (5%) + solar murni (95%) = B5
 - b. BK4 (10%) + solar murni (90%) = B10



Gambar 3.2 Biodiesel B5 dan B10

Tabel 3.1 Sifat fisik bahan bakar B5

Nama Sampel	Sifat Fisik			
	B5			
	Viskositas (cSt)	Densitas (g/ml)	Flashpoint (°C)	Nilai Kalor (cal/g)
BK1 B5	3,83	830,731	86,8	10475,97
BK2 B5	3,64	829,476	85,45	10557,24
BK3 B5	3,64	828,658	84,8	10609,73
BK4 B5	3,51	827,320	79,5	10664,12

Tabel 3.2 Sifat fisik bahan bakar B10

Nama Sampel	Sifat Fisik			
	B10			
	Viskositas (cSt)	Densitas (g/ml)	Flashpoint (°C)	Nilai Kalor (cal/g)
BK1 B10	4,74	838,887	90,75	10420,35
BK2 B10	4,13	836,341	86,1	10526,61
BK3 B10	3,83	834,708	86	10592,62
BK4 B10	3,81	833,062	81,7	10595,46

3.2.3. Solar murni

Solar murni yang digunakan pada penelitian ini didapatkan di SPBU Pertamina 44.557.11 Jl. Bantul, Yogyakarta.

Tabel 3.3 Sifat fisik bahan bakar solar murni

Karakteristik	Solar
Viskositas 40 (°C)	3,631
Densitas (Kg/m ³)	826,16
Nilai Kalor (cal/g)	10970,03
Flash Point (°C)	60,75

3.3. Alat Penelitian

Pada penelitian ini terdapat beberapa alat yang digunakan untuk melakukan penelitian sebagai berikut:

3.3.1. Mesin Diesel dan Alternator

Pada penelitian ini alat yang digunakan yaitu mesin diesel JIANGDONG R180N 4 langkah silinder tunggal dan alat uji injeksi/ semprotan.

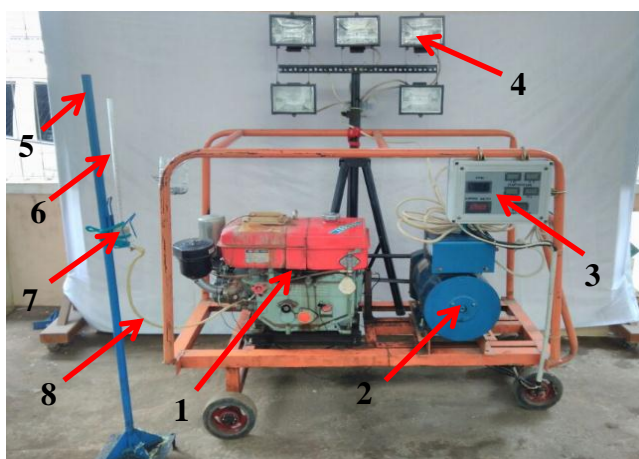
Tabel 3.4 Spesifikasi mesin

A	Merk	Jiangdong
B	Type mesin	R180 Hopper
C	Tenaga maksimum	8 HP / 2600 rpm
D	Tenaga kontinyu	6.6 HP / 2600 rpm
E	Diameter x Panjang	80 x 80 mm

F	Volume langkah	0.402 liter
G	Jenis mesin	Mesin diesel horizontal 4 langkah
H	Jumlah silinder	1 silinder
I	Sistem start	Tangan / engkol
J	Sistem pendingin	Hopper
K	Sistem pelumas	Sistem penyebaran
L	Sistem governor	Mekanis
M	Sistem pembakaran	Indirect
N	Perbandingan kompresi	21:01
O	Berat	79 g

Tabel 3.5 Spesifikasi Alternator/Dinamo

A	Merk	Yasui ST 3 (3000 watt)
B	<i>Max output</i>	3 (KW)
C	<i>Rated output</i>	2.4 (KW)
D	Tegangan	230 V
E	Arus	13 A
F	RPM	1500
G	Phase	1
H	<i>Power factor</i>	1.0
I	Berat	70 Kg



Keterangan:

1. Mesin diesel
2. Alternator/Dinamo
3. Display alat ukur
4. Lampu
5. Tiang penyangga
6. Burret
7. Tangki bahan bakar
8. Selang bahan bakar

Gambar 3.3 Mesin diesel dan Alternator/Dinamo

3.3.2. Alat Uji Injeksi/Semprotan

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



Gambar 3.4 Alat uji semprotan/injeksi

3.3.3. Alat Instrumentasi

Kelengkapan alat yang terdapat pada alat pengujian kinerja mesin diesel sebagai berikut:

1. *Ampermeter* Digital

Ampermeter digital digunakan untuk mengukur arus yang dihasilkan oleh dynamo alternator pada mesin diesel setelah diberi beban lampu. Alat ini memiliki kapasitas 0-30 ampere.



Gambar 3.5 Ampermeter Digital

2. Voltmeter Digital

Voltmeter digital digunakan untuk mengukur tegangan yang dihasilkan oleh dynamo alternator pada mesin diesel. Alat ini memiliki kapasitas 3-330 volt.



Gambar 3.6 Voltmeter Digital

3. Tachometer Digital

Tachometer digital digunakan untuk menghitung putaran mesin (rpm). Alat ini dilengkapi dengan *Hall Proximity Switch Sensorr NPN*. Alat ini memiliki kapasitas menghitung putaran mesin hingga 9999 rpm.



Gambar 3.7 Tachometer Digital

4. Thermocouple Digital

Thermometer digital digunakan untuk mengukur temperatur udara masuk, gas buang, air pendingin dan oli/minyak pelumas pada mesin diesel. Alat ini memiliki kapasitas -200°C sampai 1320°C .



Gambar 3.8 *Thermocouple* Digital

5. Tangki Bahan Bakar

Tangki bahan bakar digunakan untuk menampung bahan bakar yang dipakai untuk mesin diesel, alat ini dilengkapi dengan buret dan memiliki kapasitas 25 ml.



Gambar 3.9 Tangki Bahan Bakar

6. Selang Bahan Bakar

Selang bahan bakar ini berfungsi untuk mengalirkan bahan bakar dari tangki ke pompa injektor.



Gambar 3.10 Selang Bahan Bakar

7. Lampu (Beban)

Alat ini digunakan untuk membebani dynamo alternator pada mesin diesel. Jumlah lampu yang digunakan yaitu 5 lampu, dan masing-masing lampu memiliki daya 500 watt.



Gambar 3.11 Lampu (Beban)

8. Selang Nosel

Alat ini berfungsi untuk mengalirkan bahan bakar dari pompa ke nosel.



Gambar 3.12 Selang Nosel

9. Pompa Injektor

Pompa injektor ini berfungsi untuk memompa bahan bakar dari tangki ke nosel melalui selang bahan bakar nosel.



Gambar 3.13 Pompa Injektor

10. Injektor

Alat ini berfungsi untuk menghantarkan bahan bakar dari pompa injektor ke dalam silinder pada setiap akhir langkah kompresi dimana piston mendekati TMA.



Gambar 3.14 Injektor

11. Nosel

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



Gambar 3.15 Nosel

Berikut ini merupakan skema alat pengujian kinerja mesin diesel dan skema alat pengujian injeksi/semprotan.

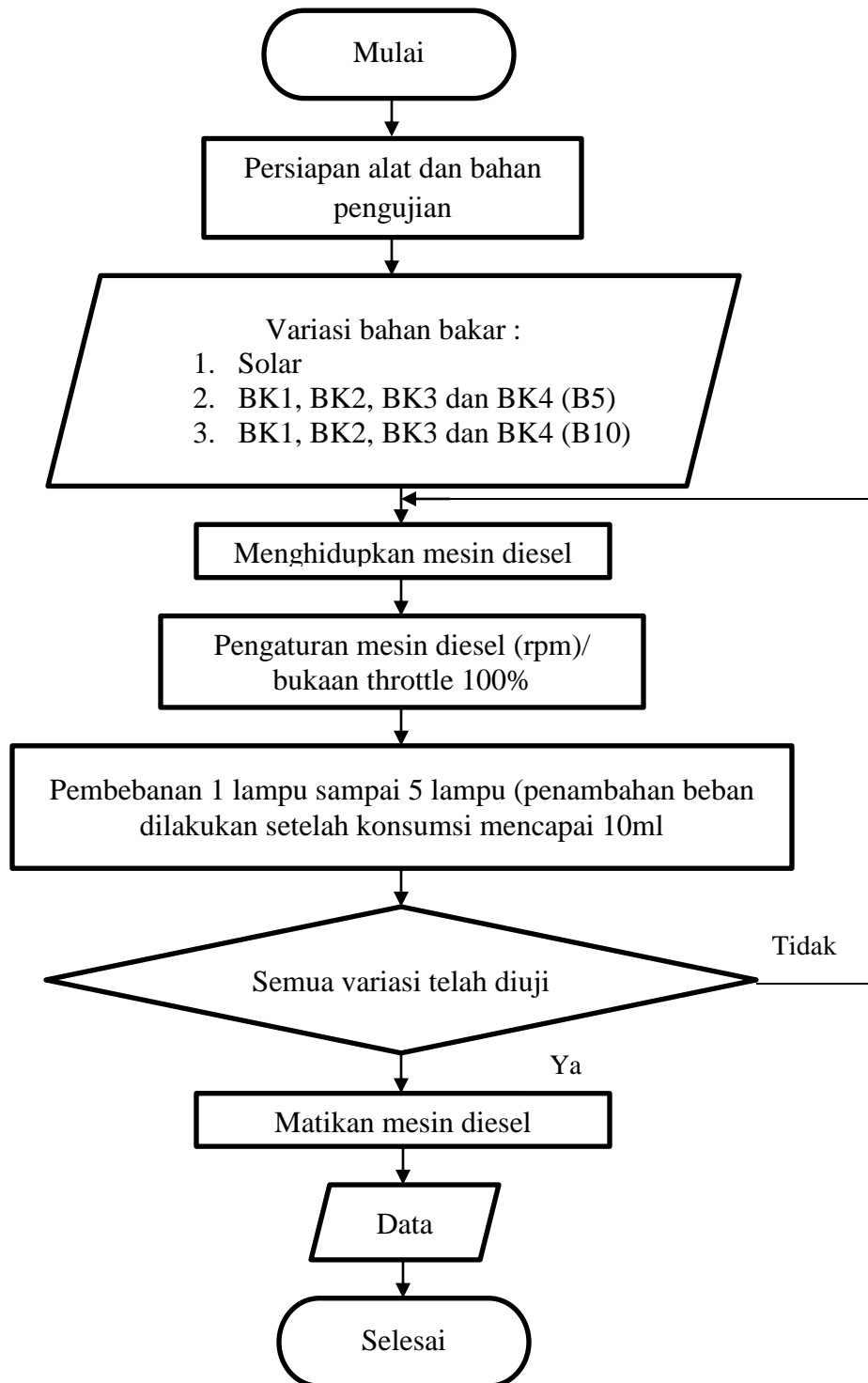
3.4. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian ini bertujuan untuk mempermudah dalam melakukan pengujian. Pada pengujian ini dibuat beberapa kondisi untuk mempermudah pengambilan data dengan variasi pengujian.

1. Kondisi pengujian kinerja mesin diesel
 - a. Kinerja mesin diesel dengan bahan bakar solar
 - b. Kinerja mesin diesel dengan bahan bakar biodiesel (BK1 (B5 dan B10), BK2 (B5 dan B10), BK3 (B5 dan B10), BK4 (B5 dan B10)).
2. Kondisi pengujian karakteristik injeksi
 - a. Karakteristik injeksi dengan bahan bakar solar
 - b. Karakteristik injeksi dengan bahan bakar biodiesel (BK1 (B5 dan B10), BK2 (B5 dan B10), BK3 (B5 dan B10), BK4 (B5 dan B10)).

3.4.1. Pengujian Kinerja Mesin Diesel

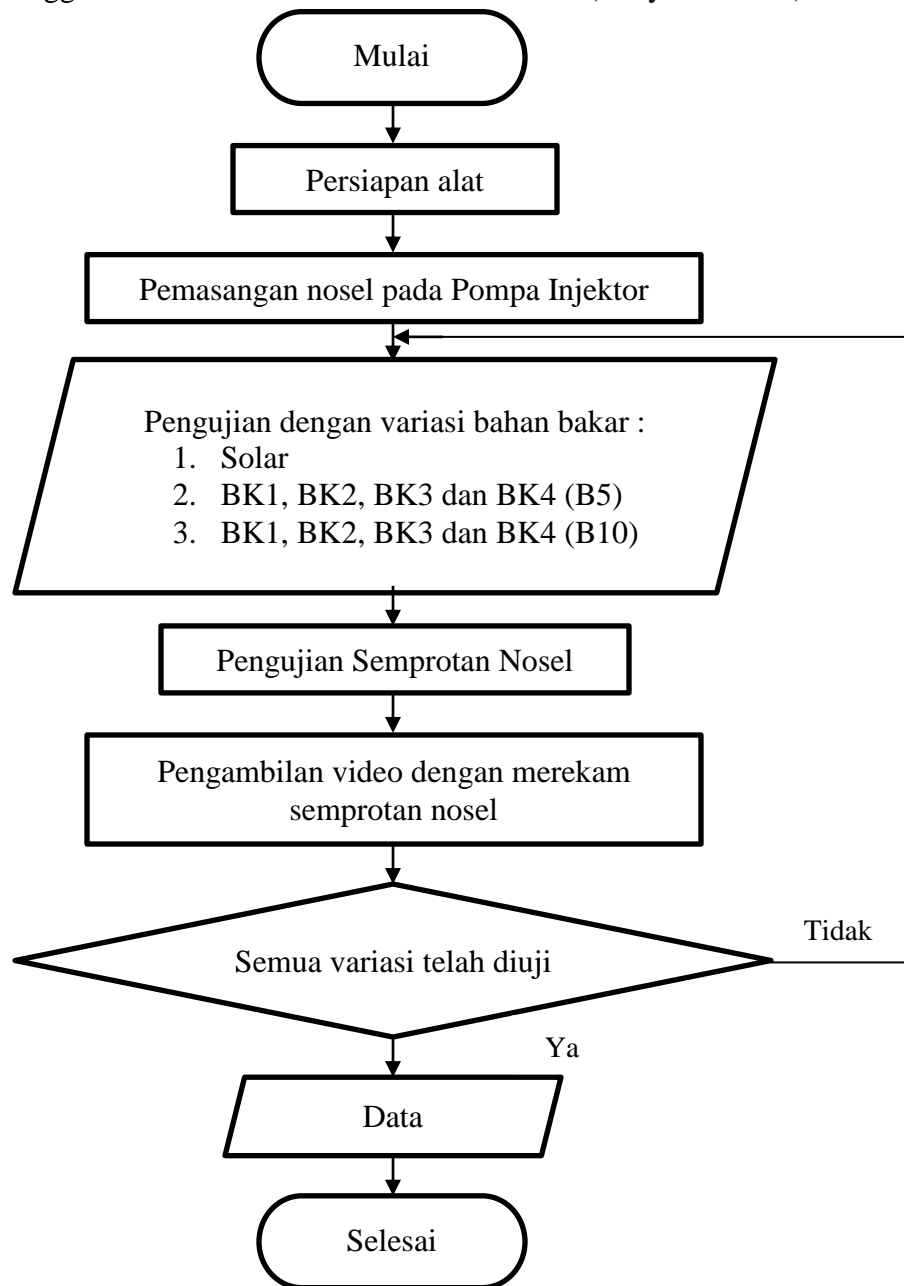
Pengujian kinerja mesin diesel ini bertujuan untuk mengetahui performa mesin diesel variasi pembebanan dan WOT (*wide open throttle*) menggunakan bahan bakar solar dan biodiesel (campuran minyak kedelai). Berikut ini langkah-langkah pengujian kinerja mesin diesel dalam bentuk diagram alir.



Gambar 3.16 Diagram alir pengujian kinerja mesin diesel

3.4.2. Pengujian Karakteristik Injeksi/Semprotan

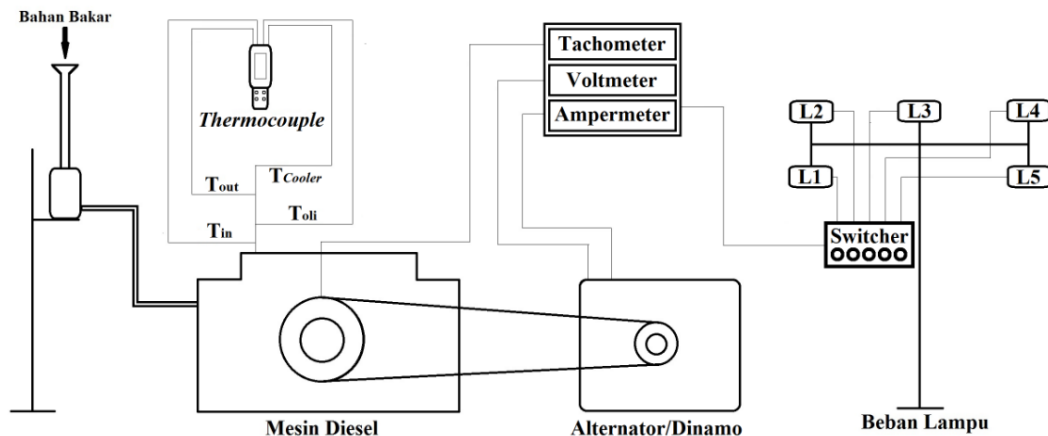
Pengujian karakteristik injeksi ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana karakteristik semprotan pada nosel mesin dengan tekanan 1 atm dengan menggunakan bahan bakar solar dan biodiesel (minyak kedelai).



Gambar 3.17 Diagram alir pengujian karakteristik injeksi/semprotan

3.5. Tahapan Pengujian

3.5.1. Tahapan Pengujian Kinerja Mesin Diesel



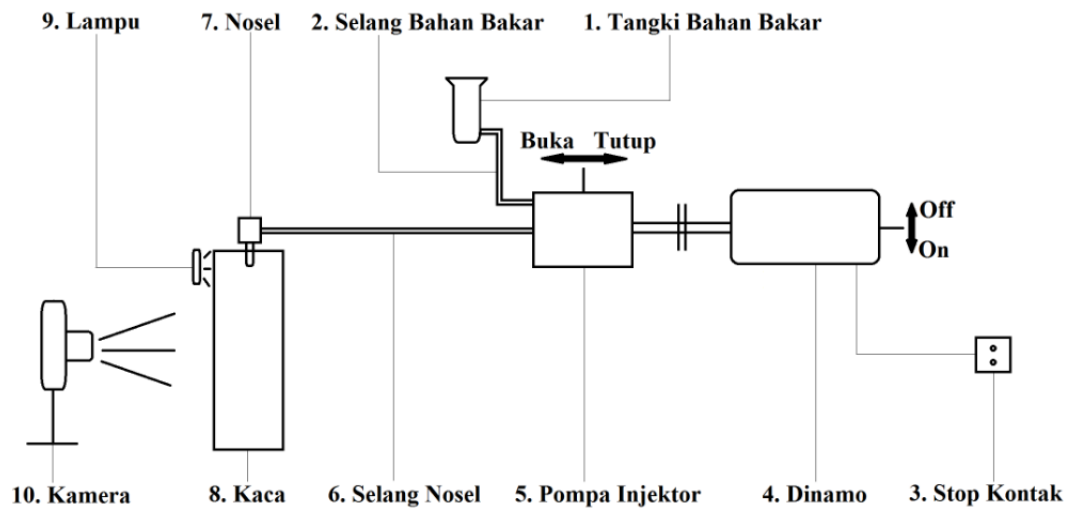
Gambar 3.18 Skema alat uji kinerja mesin diesel

Tahapan dalam proses pengujian dan pengambilan data untuk kinerja mesin diesel sebagai berikut :

1. Mempersiapkan peralatan yang akan digunakan dalam proses pengujian dan pengambilan data seperti tool kit dan lain-lain.
2. Melakukan pemeriksaan pada mesin diesel seperti sistem bahan bakar, pendinginan dan pelumasan.
3. Menyiapkan bahan bakar solar dan biodiesel (minyak kedelai) yang akan digunakan untuk diujikan.
4. Menghidupkan mesin diesel.
5. Menentukan putaran mesin diesel dengan ketentuan bukaan *gas/throttle* 100%.
6. Memberikan pembebanan pada mesin diesel dengan 5 lampu yang masing-masing lampu memiliki daya 500 watt.
7. Melakukan pengujian dan pengambilan data berupa putaran mesin (rpm), tegangan, arus dan konsumsi bahan bakar.
8. Mencatat temperatur pendingin, pelumasan, gas buang dan udara masuk.

9. Mengulang semua proses di atas dengan menggunakan variasi bahan bakar solar dan biodiesel (minyak kedelai).
10. Setelah selesai semua proses dan mencatat data kemudian mesin diesel dimatikan.
11. Melakukan pemeriksaan ulang pada mesin diesel.

3.5.2. Tahapan Pengujian Karakteristik Injeksi/Semprotan



Gambar 3.19 Skema alat uji injeksi/semprotan

Tahapan dalam proses pengujian dan pengambilan data untuk karakteristik injeksi nosel/ semprotan nosel sebagai berikut:

1. Mempersiapkan alat yang akan digunakan dalam proses pengujian dan pengambilan data.
2. Menyiapkan bahan bakar biodiesel (minyak kedelai) yang akan digunakan untuk diujikan.
3. Menghidupkan alat pengujian karakteristik injeksi nosel/ semprotan nosel.
4. Mengatur putaran mesin/ dinamo sesuai dengan putaran asli mesin diesel (setengah dari putaran mesin diesel asli).

5. Melakukan pengambilan data dengan menggunakan camera (merekam video).
6. Setelah proses pengujian dan pengambilan data (merekam video), kemudian mesin dimatikan.
7. Mengulangi proses pengujian dari poin (c) sampai (g) dengan variasi bahan bakar yang berbeda.
8. Membersihkan alat uji karakteristik injeksi dan tempat pengambilan data.

3.6. Metode Perhitungan Daya dan Konsumsi Bahan Bakar

Menghitung daya yaitu hasil data daya dari hasil pengujian dikalikan dengan tegangan dan arus pada mesin diesel maka akan didapatkan daya yang maksimal mesin. Konsumsi bahan bakar dapat diketahui dengan melakukan pengujian menggunakan tangki mini yang dilengkapi buret (alat pengukur) agar mudah untuk mendapatkan data konsumsi bahan bakar.

3.7. Metode Perhitungan Panjang dan Besar Sudut Injeksi

Panjang dan besar sudut injeksi bahan bakar diperoleh dengan melakukan uji karakteristik melalui pengambilan video saat bahan bakar di injeksikan, kemudian video tersebut diubah ke dalam format gambar menggunakan Adobe Premiere 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 ukuran dan sudut secara visual pada gambar dilakukan menggunakan Autodesk Inventor Pro 2015.