

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian unjuk kerja mesin diesel ini, yaitu:

a. Biodiesel Jarak dan Minyak Goreng Bekas

Biodiesel jarak dan minyak goreng bekas dibuat dengan menggunakan proses transesterifikasi, kemudian biodiesel jarak dan biodiesel minyak goreng bekas dicampur menjadi variasi sebagai berikut:

Tabel 3.1 Perbandingan komposisi campuran biodiesel jarak – minyak goreng bekas

No	Sampel	Variasi komposisi campuran (%)	
		Biodiesel Jarak	Biodiesel Minyak Goreng Bekas
1	BJBMGB 3:2	60	40

Variasi dari campuran biodiesel tersebut kemudian dilakukan pengujian sifat fisik. Uji sifat fisik dilakukan untuk mengetahui karakteristik dari campuran biodiesel, apakah biodiesel dapat diujikan langsung pada mesin atau tidak.

b. Minyak Solar Murni

Minyak solar murni digunakan untuk pencampuran variasi bahan bakar B5, B10, B15, B20. Solar murni dapat dilihat pada gambar 3.1 sebagai berikut.



Gambar 3.1 Solar Murni

c. Biodiesel Variasi B5, B10, B15 dan B20

Bahan bakar dengan campuran biodiesel dan solar dengan variasi B5, B10, B15 dan B20. Variasi bahan bakar tersebut merupakan campuran dari biodiesel jarak – miyak goreng bekas dan minyak solar dengan perbandingan 5% biodiesel, 10% biodiesel, 15% biodiesel dan 20% biodiesel terhadap minyak solar. Variasi biodiesel B5, B10, B15, dan B20 dapat dilihat pada Gambar 3.2 sebagai berikut.



Gambar 3.2 Variasi biodiesel B5,B10,B15,B20 dan solar murni

3.2 Alat Penelitian

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

a. Alat Pemanas dan Pengaduk

Alat pemanas dan pengaduk adalah alat yang berfungsi sebagai pemanas dan mencampur minyak jarak, minyak goreng bekas, dan solar murni. Alat pemanas dan pengaduk dilengkapi sensor suhu untuk mengetahui suhu minyak yang telah dicampur serta dilengkapi dengan gelas ukur dengan kapasitas 1 liter sebagai wadah untuk mencampur minyak seperti pada Gambar 3.3 berikut.



Gambar 3.3 Alat pemanas dan pengaduk

b. *Magnetic Stirrer*

Magnetic Stirrer adalah alat yang berfungsi untuk mengaduk dan memanaskan minyak sebelum melakukan pengujian densitas dan viskositas. *Magnetic stirrer* dapat dilihat pada Gambar 3.4 sebagai berikut.



Gambar 3.4 *Magnetic stirrer*

c. Neraca Digital

Neraca digital adalah alat yang digunakan untuk mengukur massa minyak dari setiap variasi minyak. Gambar neraca digital dapat dilihat pada Gambar 3.5 sebagai berikut.



Gambar 3.5 Neraca Digital

d. *Digital Rotary Viscometer*

Digital Rotary Viscometer adalah alat yang berfungsi untuk mengetahui tingkat kekentalan (viskositas) dari minyak. Alat *digital rotary viscometer* dapat dilihat pada Gambar 3.6 sebagai berikut.



Gambar 3.6 *Digital Rotary Viscometer*

e. Alat Uji *Flashpoint*

Gambar 3.7 menunjukkan alat uji *flashpoint* yang berfungsi sebagai alat untuk mengetahui titik nyala api pada variasi minyak.



Gambar 3.7 Alat uji *flashpoint*

f. Gelas Beker

Pada Gambar 3.8 menunjukkan gambar gelas beker yang digunakan untuk tempat pencampuran, pengadukan, dan pemanasan dengan variasi komposisi perbandingan antara minyak jarak dan minyak goreng bekas. Ukuran gelas beker yang digunakan adalah 1000 ml.



Gambar 3.8 Gelas Beker

g. Toples

Gambar 3.9 menunjukkan gambar toples yang digunakan untuk tepat pencampuran minyak dengan berbagai komposisi yang diinginkan. Ukuran dari toples yang digunakan adalah 1000 ml.



Gambar 3.9 Toples

h. Botol 100 ml

Gambar 3.10 menunjukkan gambar botol yang akan digunakan untuk wadah saat pengujian nilai kalor.



Gambar 3.10 Botol 100 ml

i. Gelas Ukur 50 ml dan 10 ml

Gambar 3.11 menunjukkan (a). Gambar gelas ukur 50 ml dan (b). Gambar gelas ukur 10 ml yang berfungsi sebagai alat untuk menentukan volume sampel pada saat menimbang massa minyak.



(a). Gelas ukur 50 ml



(b). Gelas ukur 10 ml

Gambar 3.11 Gelas ukur 50 ml dan 10 ml

j. Thermometer

Thermometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur suhu minyak sebelum dan sesudah proses pencampuran, pengujian densitas dan viskositas minyak. Gambar thermometer dapat dilihat pada Gambar 3.12 sebagai berikut.



Gambar 3.12 Thermometer

k. Mesin Diesel dan Dynamo

Gambar 3.13 menunjukkan gambar mesin diesel yang digunakan untuk pengujian unjuk kerja. Pada penelitian ini mesin diesel yang digunakan adalah JIANGDONG R180N 4 langkah silinder tunggal dengan spesifikasi sebagai berikut :

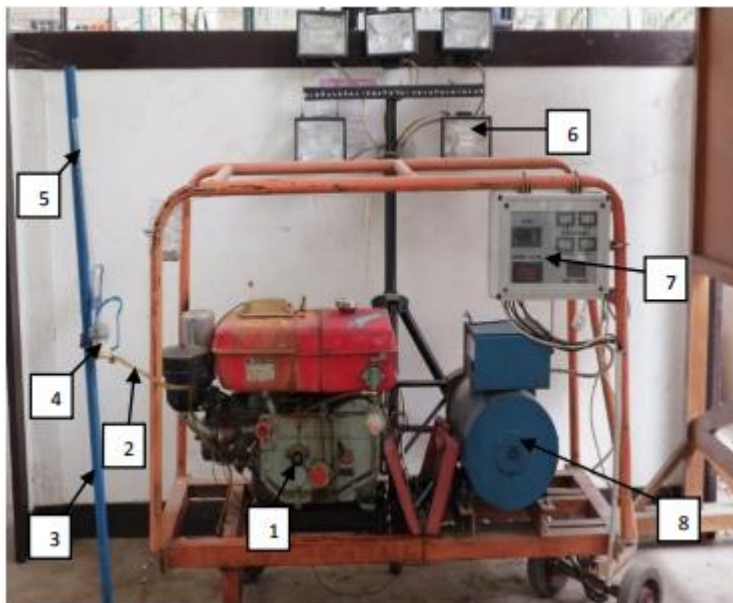
Tabel 3.2 Spesifikasi mesin diesel

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

Gambar 3.13 Mesin diesel dan Altenator

l. Alat Uji Injeksi

Pada Gambar 3.14 menunjukkan gambar alat uji injeksi yang digunakan untuk melakukan uji injeksi, alat uji injeksi terdiri dari beberapa komponen yang kemudian dirakit sehingga menjadi alat uji injeksi / semprotan bahan bakar seperti berikut :



Gambar 3.14 Alat Uji Injeksi

m. 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. *Tachometer* digital dapat dilihat pada Gambar 3.15 sebagai berikut.



Spesifikasi :

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

Gambar 3.15 *Tachometer* Digital

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 dapat dilihat pada Gambar 3.16 sebagai berikut.



Spesifikasi :

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

Gambar 3.16 Voltmeter digital

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 dapat dilihat pada Gambar 3.17 sebagai berikut.



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 3.17 Ampere Meter Digital

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 3.18 sebagai berikut.



Spesifikasi :

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

Gambar 3.18 Tangki Bahan Bakar Mini dan Burret

5. Selang Bahan Bakar

Selang bahan bakar berfungsi untuk menyalurkan bahan bakar dari tangki bahan bakar ke intake manifold. Selang bahan bakar dapat dilihat pada Gambar 3.19 sebagai berikut.



Gambar 3.19 Selang Bahan Bakar

6. Lampu (Beban)

Lampu ini digunakan untuk membebani dinamo alternator pada mesin diesel. Jumlah lampu yang digunakan adalah 5 buah lampu, masing-masing lampu memiliki daya sebesar 500 watt. Lampu dapat dilihat pada Gambar 3.20 sebagai berikut.



Spesifikasi :

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

Gambar 3.20 Lampu

7. Motor Listrik

Motor listrik digunakan untuk menggerakkan pompa bahan bakar, sehingga bahan bakar dapat disalurkan ke injektor melalui selang nosel. Motor listrik dapat dilihat pada Gambar 3.21 sebagai berikut.



Spesifikasi :

- Merk : EFOS
- Tipe : JY1A-4. Single phase
- Daya Listrik : 375 watt
- Voltase : 220 V AC
- Kecepatan tanpa beban :
1420 rpm

Gambar 3.21 Motor Listrik

8. Selang Nosel

Selang nosel berfungsi untuk mengalirkan bahan bakar dari pompa injektor ke nosel. Selang nosel dapat dilihat pada Gambar 3.22 sebagai berikut.



Gambar 3.22 Selang Nosel

9. Pompa Injektor

Pompa injektor berfungsi untuk memompa bahan bakar dari tangki ke selang nosel kemudian disalurkan ke nosel. Pompa injector dapat dilihat pada Gambar 3.23 sebagai berikut.



Gambar 3.23 Pompa Injektor

10. Injektor

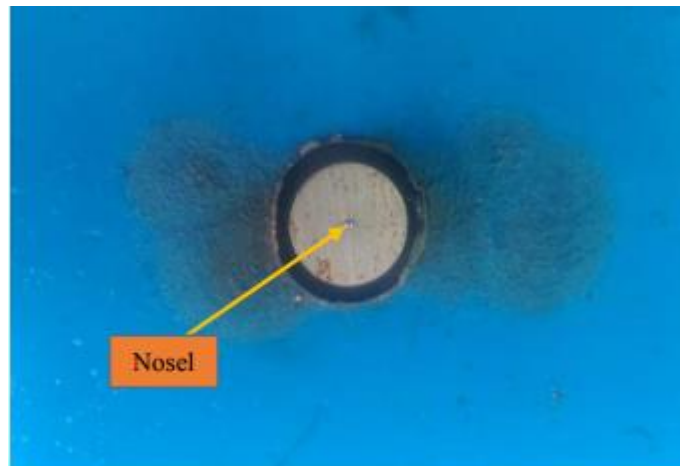
Injektor berfungsi untuk menghantarkan bahan bakar dari pompa injektor ke nosel yang kemudian disemprotkan ke dalam silinder. Injector dapat dilihat pada Gambar 3.24 sebagai berikut.



Gambar 3.24 Injektor

11. Nosel

Nosel berfungsi sebagai penyemprot bahan bakar ke dalam ruang bakar. Nosel dapat dilihat pada Gambar 3.25 sebagai berikut.



Gambar 3.25 Nosel

n. Kamera

Kamera digunakan untuk mengambil data karakteristik dari injeksi atau semprotan bahan bakar yang diujikan. Kamera dapat dilihat pada Gambar 3.26 sebagai berikut.



Gambar 3.26 Kamera

3.3 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir digunakan untuk mempermudah proses pengujian pada penelitian. Pengujian dan penelitian ini dibuat beberapa kondisi untuk mempermudah dalam proses pengambilan data dengan variasi pengujian. Tabel beberapa kondisi yang digunakan pada pengujian karakteristik injeksi dan kinerja mesin diesel 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 – minyak goreng bekas dan solar dengan variasi B5, B10, B15, dan B20

Tabel 3.5 Kondisi pengujian karakteristik injeksi

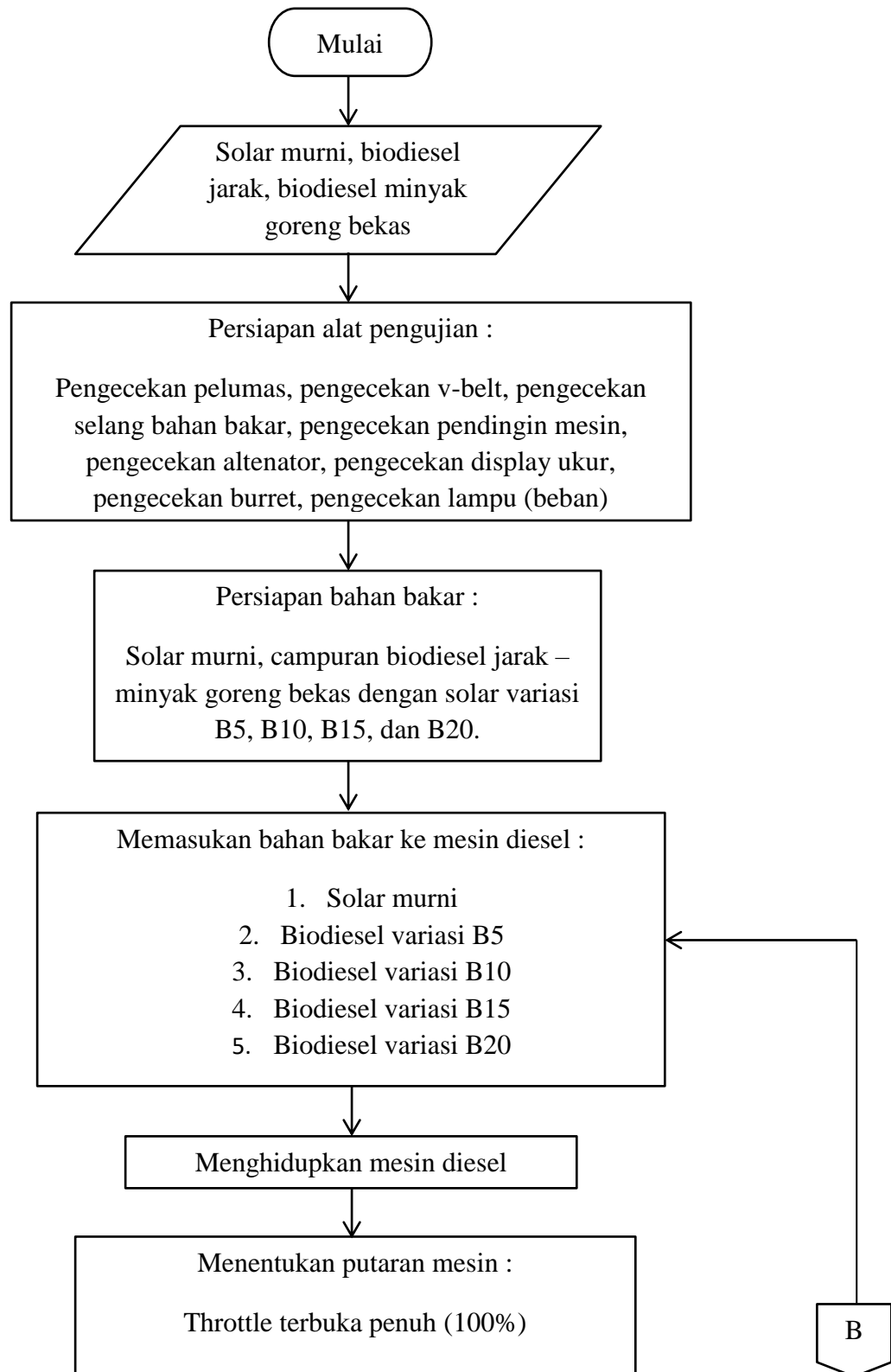
Kondisi	Keterangan
Kondisi 1	Karakteristik injeksi dengan bahan bakar minyak solar
kondisi 2	Karakteristik injeksi dengan bahan bakar campuran biodiesel jarak – minyak goreng bekas dan solar dengan variasi B5, B10, B15, dan B20

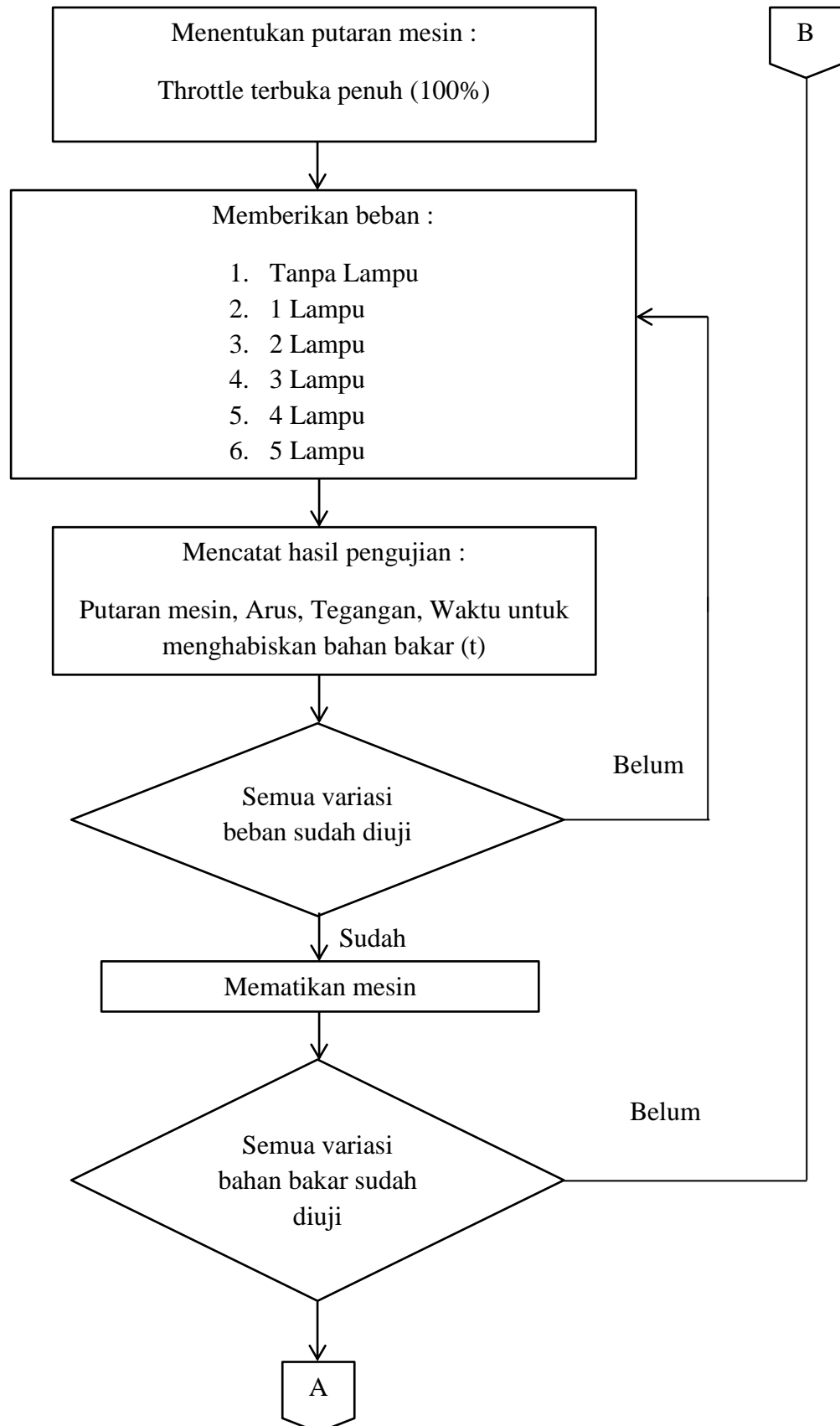
3.4 Pengujian Unjuk Kerja Mesin Diesel dan Karakteristik Injeksi

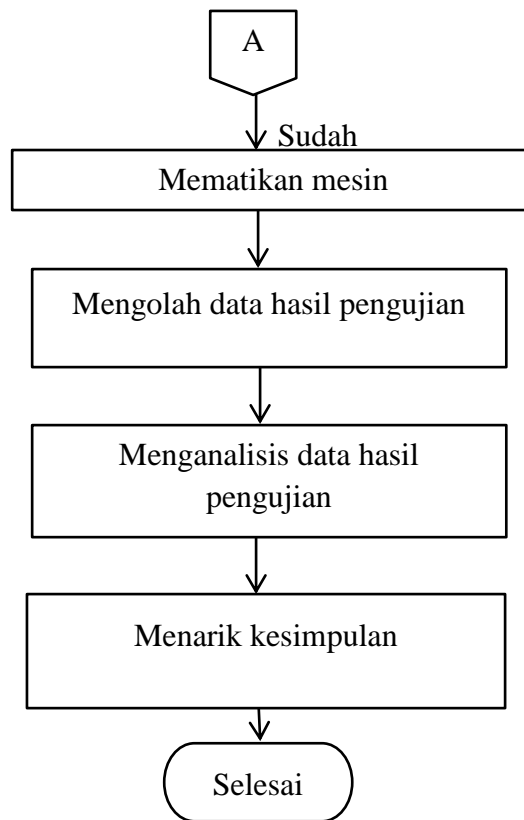
3.4.1 Pengujian Unjuk Kerja Mesin Diesel

Pengujian unjuk kerja mesin diesel dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui perbandingan performa mesin diesel saat menggunakan bahan bakar

solar dan saat menggunakan bahan bakar biodiesel jarak – minyak goreng bekas dengan variasi B5, B10, B15, dan B20. Diagram berikut merupakan diagram alir dari pengujian unjuk kerja mesin diesel.



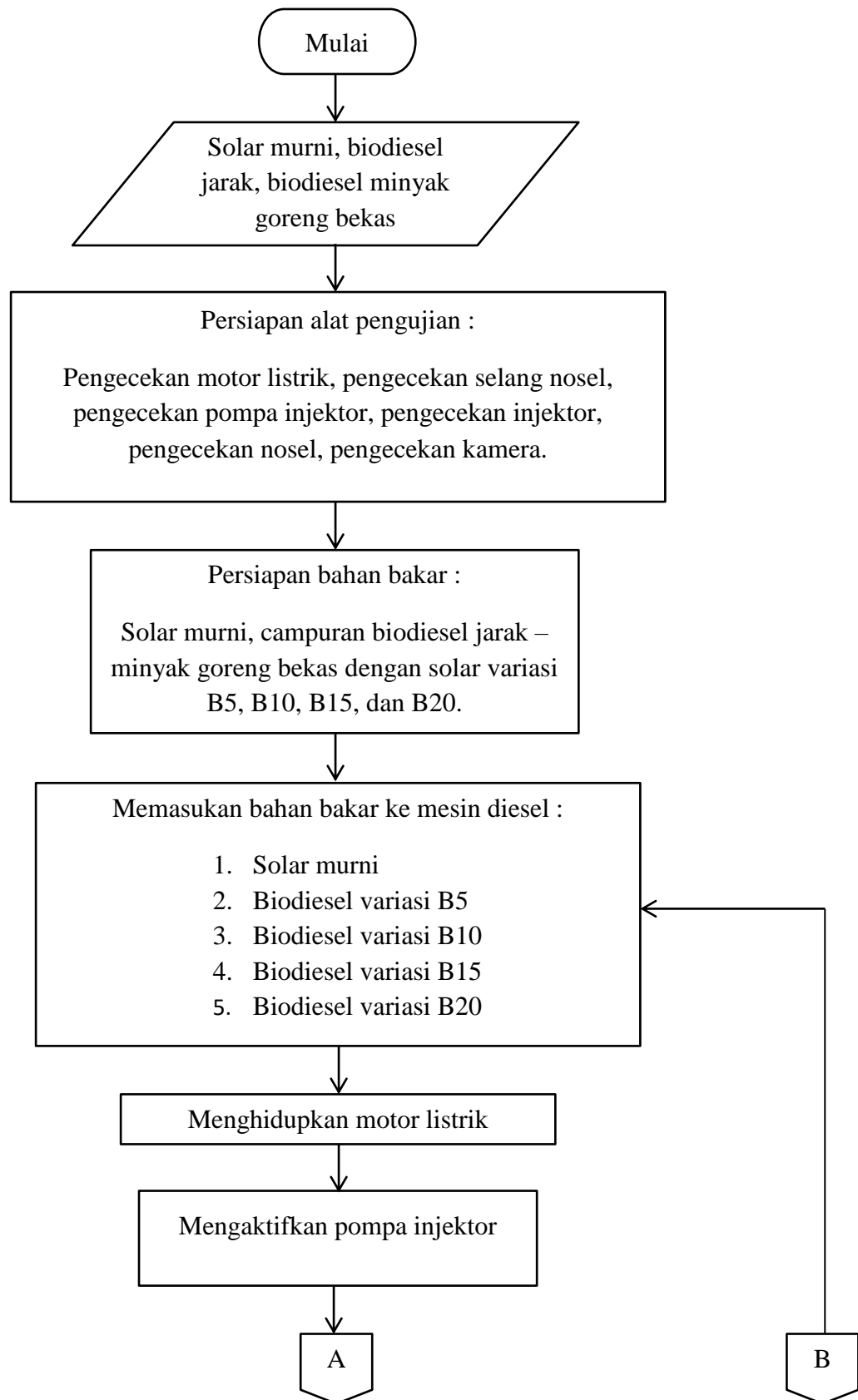


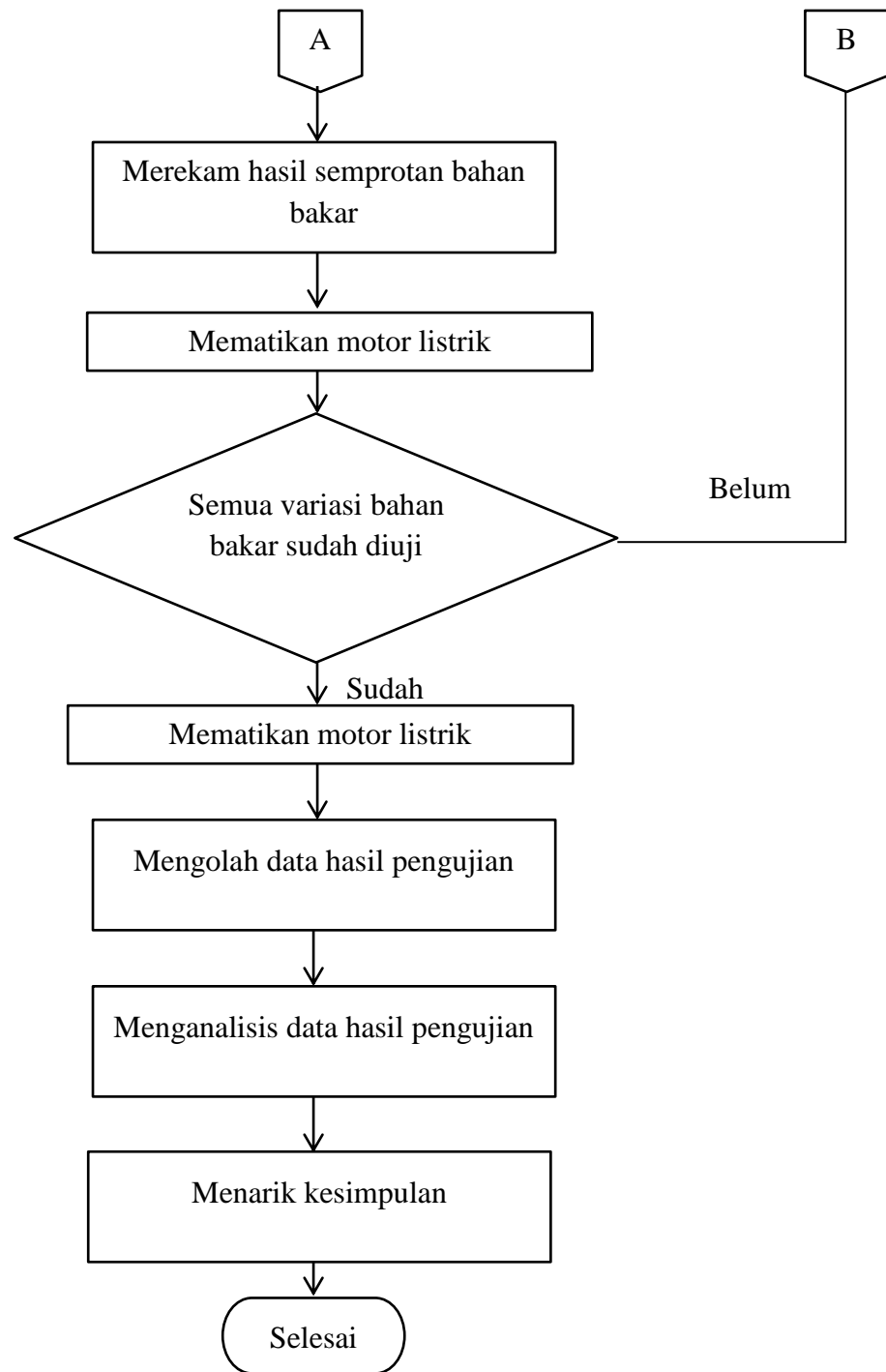


Gambar 3.27 Diagram alir pengujian unjuk kerja mesin diesel

3.4.2 Pengujian Karakteristik Injeksi

Pengujian karakteristik injeksi dilakukan untuk mengetahui karakter semprotan pada nosel dengan menggunakan bahan bakar solar dan bahan bakar biodiesel dengan variasi B5, B10, B15, dan B20 pada tekanan 1 atm. Gambar berikut merupakan diagram alir dari pengujian karakteristik injeksi.





Gambar 3.28 Diagram alir pengujian karakteristik injeksi

3.5 Persiapan Pengujian

Persiapan awal yang harus dilakukan sebelum penelitian adalah selalu memeriksa kondisi pada alat dan bahan yang akan digunakan untuk pengujian. Tujuan dari persiapan awal adalah agar pengujian yang telah dilakukan dapat menghasilkan data yang akurat dari hasil pengujian. Langkah – langkah dari persiapan alat sebagai berikut :

1. Mesin diesel Jiangdong

Mesin diesel jiangdong yang digunakan dalam penelitian dilakukan 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

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.

4. Bahan bakar

Bahan bakar yang digunakan dalam pengujian ini menggunakan bahan bakar solar 100%, campuran biodiesel jarak – minyak goreng bekas dan solar dengan variasi B5, B10, B15, dan B20.

3.6 Tahapan Pengujian

3.6.1 Pengujian Unjuk Kerja Mesin Diesel

Pengujian unjuk kerja mesin diesel dilakukan pada malam hari, karena pada malam hari temperatur udara lebih stabil sehingga mesin bekerja pada temperatur yang stabil dan data yang dihasilkan bisa lebih akurat.

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. Menghidupkan mesin diesel yang akan digunakan untuk pengujian.
5. . Mencampurkan bahan bakar solar dan biodiesel jarak – jelantah dengan variasi B5, B10 dan B15.
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 malam hari sama seperti pengujian unjuk kerja pada mesin diesel. Hal ini dilakukan agar karakteristik semprotan akan lebih terlihat jelas.

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. Menghidupkan alat pengujian karakteristik injeksi.
4. Mengaktifkan pompa injektor.
5. Melakukan pengambilan data dengan menggunakan kamera (merekam video).
6. Setelah selesai melakukan perekaman, kemudian alat dimatikan.
7. Mengulangi proses dari (1) sampai (6) dengan semua variasi bahan bakar yang telah ditentukan.
8. Membersihkan alat uji karakteristik injeksi bahan bakar dan tempat pengambilan data

3.7 Metode Pengujian

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

3.8 Metode Pengambilan Data

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

3.8.2 Metode Perhitungan Panjang dan Besar Sudut Injeksi Bahan Bakar

Panjang dan besar sudut injeksi didapatkan dengan melakukan pengujian karakteristik dengan melalui pengambilan video padasaat bahan bakar diinjeksikan , setelah itu video tersebut diubah ke dalam format gambar dengan menggunakan Adobe Premiere Pro 2019. Setelah video diubah ke dalam format gambar kemudian gambar tersebut diberi ukuran dengan skala 1:6 terhadap benda aslinya dan dilakukan analisa untuk mengetahui panjang dan besar sudut penginjeksiannya.

Proses analisa dilakukan dengan menggunakan persamaan Gary L. Borman (1998) kemudian untuk ukuran dan sudut secara visual dilakukan dengan menggunakan Autodesk Inventor Pro 2015.