

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental. Metode eksperimental merupakan salah satu metode penelitian yang memungkinkan peneliti mengubah variabel pada hal yang diteliti serta mengamati sebab akibat dari variabel tersebut. Pengujiannya dilakukan secara langsung untuk mengetahui pengaruh rasio kompresi terhadap gas buang pada engine diesel yanmar LN70 berbahan bakar campuran biodiesel *calophyllum inophyllum* dan solar.

3.2 Variabel Penelitian

Jenis-jenis variabel yang digunakan pada penelitian ini.

1. Variabel bebas (*Independent Variabel*)

Variabel bebas merupakan salah satu variabel yang mempengaruhi penelitian hal ini meliputi faktor-faktor yang diukur dan divariasi oleh peneliti untuk menentukan hubungan antara fenomena yang diamati antara lain:

- Substitusi biodiesel *calophyllum inophyllum* pada solar dengan persentase 10 %, 20 %, dan 30%.
- Variasi Rasio Kompresi 15,5 , 17,5 , dan 19,5.
- Putaran *engine* diesel 1600, 1800, 2000, 2200, dan 2400.

2. Variabel terikat (*Dependent Variabel*)

Variabel terikat merupakan hasil dari variabel bebas. Variabel terikat memiliki hasil yang berbeda-beda tergantung oleh manipulasi variabel bebasnya. Berikut variabel terikat pada penelitian ini.

- Kadar CO
- Kadar CO₂
- Kadar HC
- Opasitas

3. Variabel terkontrol

Variabel terkontrol merupakan variabel yang dibuat konstan sehingga hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat tidak terpengaruh faktor-faktor yang tidak teliti. Berikut adalah variabel terkontrol yang digunakan pada penelitian ini.

- Timing injection* pada keadaan standard

- 
- UNIVERSITAS
BRAWIJAYA

3.4 Instalasi Penelitian *Engine* diesel

1. *Engine* diesel Yanmar L70N
2. Proximity
3. *Stargas Analyzer*
4. *Diesel Smoke Analyzer*
5. sistem saluran bahan bakar meliputi selang, katup, tabung bahan bakar, dan sebagainya.
6. Kelistrikan dari alat meliputi kontaktor, fuse, kabel, dan sebagainya.

Komponen diatas disusun sedemikian rupa menjadi *engine test bench*. Berikut adalah skematik dari *engine test bench*:



Gambar 3.1 merupakan skematik dari *engine test bench*. Dalam pengambilan data berprinsip dari skema tersebut. Pada penelitian ini kita menggunakan *engine* diesel Yanmar L70N yang memiliki spesifikasi seperti pada tabel 3.1. untuk mengukur putaran pada poros kita menggunakan *proximity sensor*. Cara memakainya dengan menempelkan magnet pada poros engkol yang nantinya akan dibaca oleh sensor dan akan diteruskan sehingga harga putaran akan muncul di display *tachometer*. Alat yang digunakan untuk mengukur *emisi* pada *engine* diesel yaitu *stargas analyzer* yang akan mengukur kandungan gas buang berupa CO, CO₂, HC, O₂, dan lamda secara lengkap spesifikasi alat dapat dilihat pada tabel 3.2. pada pelaksanaannya dilakukan penambahan selang dari saluran *exhaust* ke *stargas analyzer* agar kandungan *emisi* dapat diukur. Setelah dilakukan pengukuran kandungan emisi gas buang dapat diukur pula opasitas emisi mesin diesel menggunakan diesel *smoke analyzer* dengan selang yang berbeda.

Hal Pertama yang dilakukan sebelum pengambilan data yaitu mengisi bahan bakar pada *Fuel tank* (11). Pastikan *voltase accumulator* (6) memenuhi untuk menghidupkan *motor starter* minimal 13,5 Volt yang nantinya dihitung dengan avometer. Kemudian *mode on* pada *contact key* (4) sehingga arus listrik berjalan ke segala indikator dan *proximity sensor* yang dipakai sesuai dengan yang telah diatur dalam *electric box* (7). Kemudian pada penyalan *engine* tekan tombol *starter button* (3) dan tarik *dekompress* (2) serta naikan bukaan *throttle* (1) gar bahan bakar bisa masuk pompa injeksi dan diinjeksikan oleh *injector* ke ruang bakar. Engine (9) telah dinyalakan dan gerakan poros akan diketahui oleh sensor rpm (8) dan informasi putaran dapat dilihat di *tachometer* (5) lalu setting sesuai RPM yang ditentukan dengan mengatur *throttle* (1). Kemudian sambungkan dengan selang pada ujung saluran *exhaust* (12) ke *Stargass analyzer* (13). Gas hasil pembakaran yang masuk ke dalam stargas akan otomatis terdeteksi kandungannya. Ketika angka emisi pada stargas sudah tidak *fluktuatif* tekan tombol *save* dan *print*. Data dari printer merupakan data emisi.

3.5 Alat dan Bahan

Berikut adalah alat dan bahan beserta fungsinya yang dilakukan pada penelitian ini.

1. Mesin Diesel Yanmar L70N

Mesin Diesel Yanmar L70N biasanya digunakan untuk generator pembangkit listrik atau genset. Berikut adalah spesifikasi mesin diesel Yanmar L70N.

Tabel 3.1
Spesifikasi Yanmar L70N

Merk	Yanmar, Italy S.p.A.
Model	L70N6 – METMYI
Negara Pembuat	Italy
Siklus	4 Langkah
Sistem Pembakaran	<i>Direct Injection System</i>
<i>Starting system</i>	<i>Dynamo starter</i>
Jumlah Silinder	1
Volume langkah torak total	296 cc
<i>Bore x Stroke</i>	78 mm x 62 mm
Perbandingan Kompresi	19.5
Bahan Bakar	Solar
Pendingin	<i>Forced Air Cooling</i>
<i>Lubricating Oil</i>	<i>SAE 15w - 30 Grade</i>
Daya Poros	4.9 kW / 3600 rpm

Sumber: Manual book Yanmar L70N



Gambar 3.2 Diesel Yanmar L70N

2. Stargas Analyzer

Digunakan untuk mengidentifikasi kandungan yang berada pada gas buang engine diesel. Stargas 898 dengan merek tecknotest buatan italia memiliki spesifikasi seperti pada tabel 3.2.

Tabel 3.2
Spesifikasi Stargas Analyzer

CO	0 ÷ 15,000 % Vol (res. 0,001)
CO2	0 ÷ 20,00 % Vol (res. 0,01)
HC	0 ÷ 30000 ppm Vol (res. 1)
O2	0 ÷ 25,00 % Vol (res. 0,01)
Nox	0 ÷ 5000 % Vol (res. 1 - optional)
Lambda	0,5 ÷ 2,000 Vol (res. 0,001)

Sumber: Laboratorium Motor Bakar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya



Gambar 3.3 Stargas Analyzer 898

Sumber: Laboratorium Motor Bakar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

3. Proximity

Proximity digunakan untuk menghitung putaran yang berada pada poros diesel. Hal ini bertujuan pada pengambilan data lebih akurat dikarenakan variabel terkontrolnya konstan.



Gambar 3.4 Proximity

4. Gasket

Gasket merupakan pelat kuningan yang bertujuan untuk menaikkan dan menurunkan rasio kompresi pada *engine*.



Gambar 3.5 Gasket Kompresi

5. Smoke Analyzer

Digunakan untuk mengidentifikasi kepekatan asap (opasitas) dari emisi mesin diesel.



Gambar 3.6 Smoke Analyzer

Sumber: Laboratorium Motor Bakar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

3.6 Mengubah Rasio Kompresi

Untuk mengubah rasio kompresi yaitu menambah ketebalan dari *head gasket*.

Pertama kita harus mengetahui spesifikasi dari motor diesel pada Tabel 2.4.

Tabel 3.3

Spesifikasi Motor Diesel Standard

Spesifikasi Motor Diesel Standard	
Diameter Piston (<i>Bore</i>)	7,8 cm
Langkah Piston (<i>Stroke</i>)	6,7 cm
Volume Silinder (<i>Displacement</i>)	320 cm ³
Perbandingan Kompresi	19,5 : 1

sumber : Manual book yanmar L70N

Berikut merupakan perhitungan dari volume titik mati atas (TMA) pada kondisi standard.

$$rc = \frac{VL}{V_{TMA}} + 1 \quad (2-7)$$

$$19,5 = \frac{320 \text{ cm}^3}{V_{TMA}} + 1$$

$$18,5 = \frac{320 \text{ cm}^3}{V_{TMA}}$$

$$V_{TMA} = \frac{320 \text{ cm}^3}{18,5}$$

$$V_{TMA} = 17.29 \text{ Cm}^3$$

Untuk mendapatkan tebal gasket untuk rasio kompresi 17.5 maka kembali menggunakan persamaan 2-7 sebagai contoh berikut.

$$17,5 = \frac{320 \text{ cm}^3}{V_{TMA17,5}} + 1 \quad (2-7)$$

$$16,5 = \frac{320 \text{ cm}^3}{V_{TMA17,5}}$$

$$V_{TMA17,5} = 19,39 \text{ cm}^3$$

$$V_{\text{gasket } 17,5} = V_{TMA17,5} - V_{TMA} \quad (2-2)$$

$$V_{\text{gasket } 17,5} = 19.29 - 17,39$$

$$V_{\text{gasket } 17,5} = 2,1 \text{ cm}^3$$

$$2,1 \text{ cm}^3 = \frac{\pi}{4} \times (7,8)^2 \times T_{\text{gasket } 17,5} \quad (2-3)$$

$$T_{\text{gasket } 17,5} = \frac{2,1 \text{ Cm}^3}{\frac{\pi}{4} \times (7,8\text{cm})^2}$$

$$T_{\text{gasket } 17,5} = 0,0439 \text{ cm}$$

$$T_{\text{gasket } 17,5} = 0,5 \text{ mm}$$

Untuk mendapatkan tebal gasket untuk rasio kompresi 15.5 maka kembali menggunakan persamaan 2-7 sebagai contoh berikut.

$$15,5 = \frac{320 \text{ cm}^3}{V_{TMA15,5}} + 1 \quad (2-7)$$

$$14,5 = \frac{320 \text{ cm}^3}{V_{TMA15,5}}$$

$$V_{TMA15,5} = 22.06 \text{ cm}^3$$

$$V_{\text{gasket } 15,5} = V_{\text{TMA}15,5} - V_{\text{TMA}} \quad (2-2)$$

$$V_{\text{gasket } 15,5} = 22.06 - 17.39$$

$$V_{\text{gasket } 15,5} = 4.67 \text{ cm}^3$$

$$4,67 \text{ Cm}^3 = \frac{\pi}{4} \times 7,8 \times T_{\text{gasket } 15,5} \quad (2-3)$$

$$T_{\text{gasket } 15,5} = \frac{4,67 \text{ Cm}^3}{\frac{\pi}{4} \times (7,8\text{cm})^2}$$

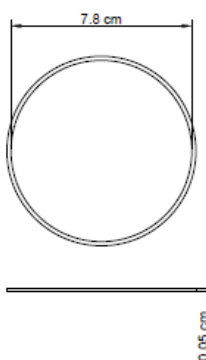
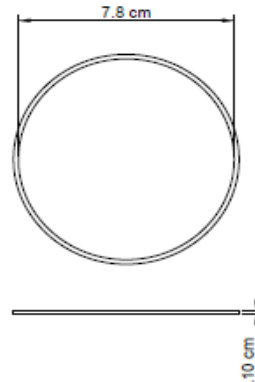
$$T_{\text{gasket } 15,5} = 0,09778 \text{ cm}$$

$$T_{\text{gasket } 15,5} = 0,9778 \text{ mm}$$

$$T_{\text{gasket } 15,5} = 1 \text{ mm}$$

Untuk menentukan ketebalan gasket dapat mencontoh perhitungan diatas. Dimulai dengan penentuan rasio kompresi yang akan digunakan dengan nilai Vruang bakar yang tetap kemudian didapatkan ketebalan gasket yang akan digunakan.

Tabel 3.4
Variasi Gasket Rasio Kompresi

No	Dimensi	Volume Gasket	Rasio Kompresi
1		4,67 ml	15,5
2		2,1 ml	17,5

Sumber: Dokumentasi pribadi (2018)

3.7 Cara Pencampuran Bahan Bakar

Bahan bakar yang digunakan pada penelitian ini yaitu campuran antara biodiesel *calophyllum inophyllum* dan solar. Jenis solar yang digunakan pada penelitian ini yaitu solar yang memiliki *cetane number* 45-48, viskositas 2,0 – 4,5 mm²/s, dan *flash point* 52 °C.

Pencampuran dilakukan sendiri dengan perbandingan volume pada biodiesel *calophyllum inophyllum* dan solar dengan acuan persentase yang telah ditentukan. Setelah dicampur dalam satu gelas ukur yang sama bahan bakar diaduk dan semua proses ini dilakukan pada saat suhu ruangan atau tidak memakai pemanas. Setelah dilakukan pencampuran biodiesel akan kita uji karakteristiknya meliputi nilai kalor, densitas, viskositas kinematik, dan *flash point*. Pengujian akan dilakukan di Laboratorium Motor yang mana hasil ini sebagai dasar dilakukannya pencampuran biodiesel *calophyllum inophyllum* dengan solar.

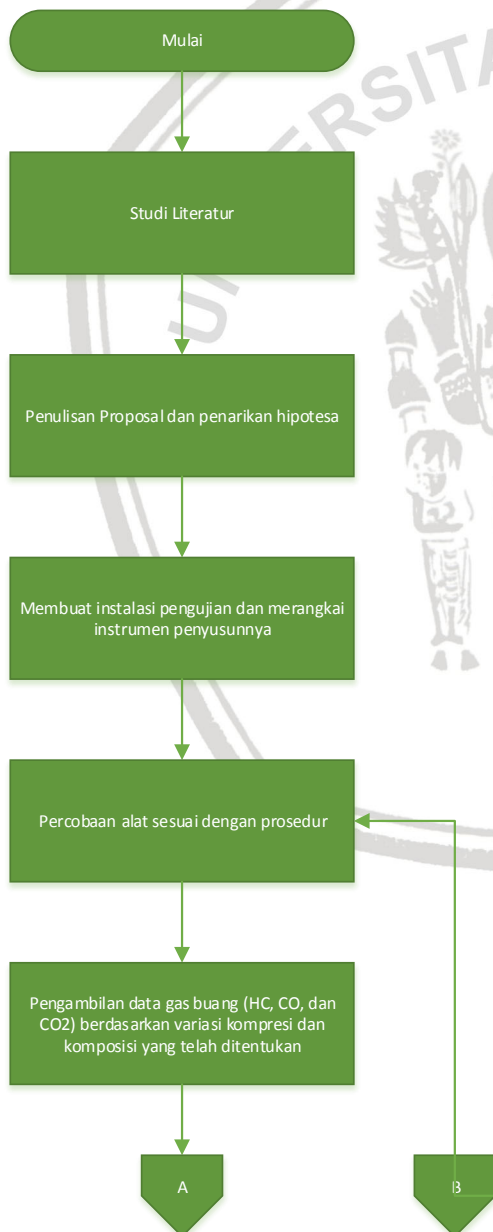
3.8 Prosedur Pengambilan Data

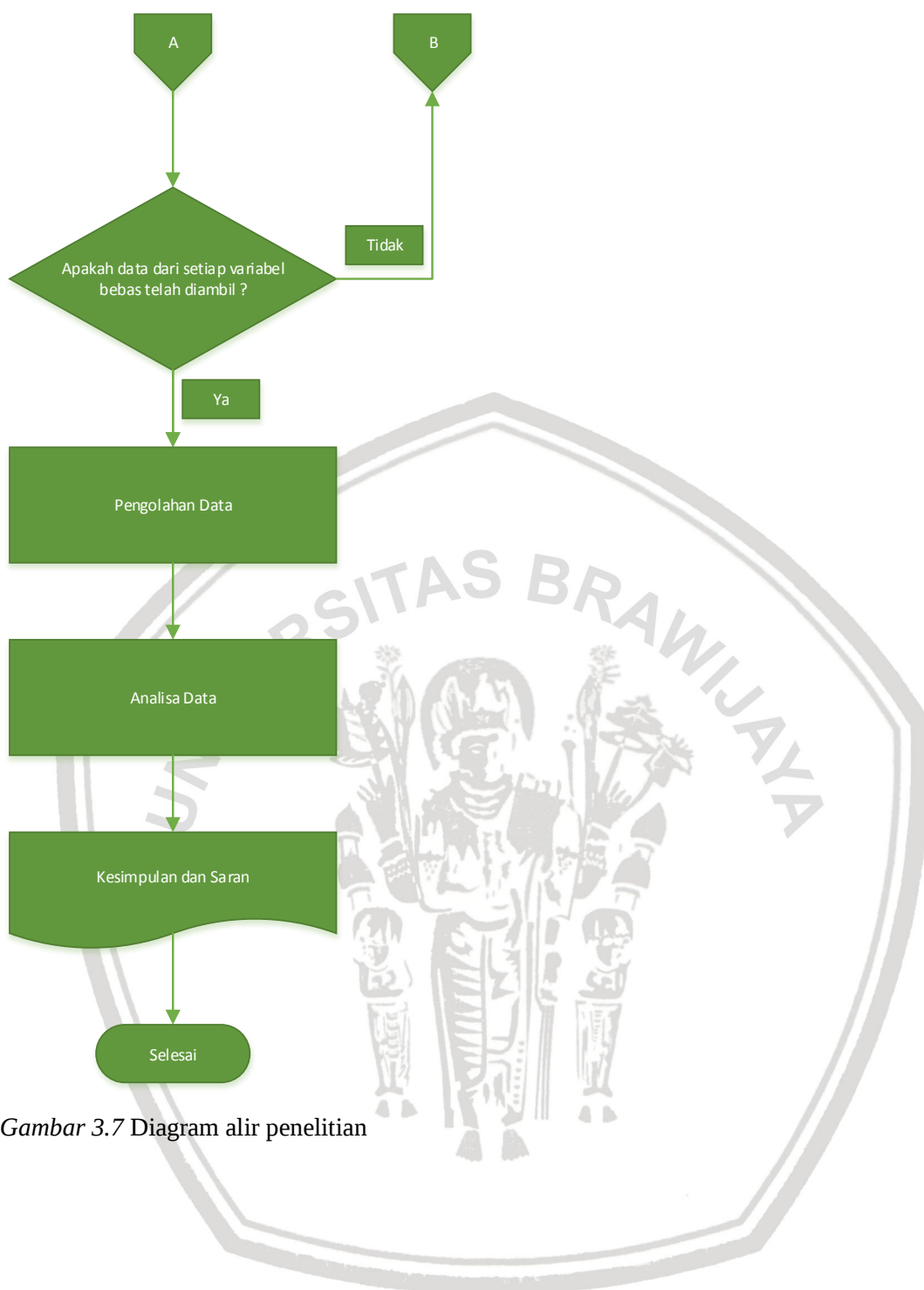
1. Persiapkan alat dan bahan yang digunakan dalam pengambilan data.
2. Melakukan *setting* pada kompresi pertama yang akan dipakai.
3. Melakukan *setting* standar pada *injection timing* dan setelan katup *exhaust* dan *intake*.
4. Pastikan biuret dan *discharge* tertutup, sedangkan katup pada tangki bahan bakar terbuka, sehingga bahan bakar mengalir ke *bosch pump*.
5. Memasang instalasi kelistrikan dan memastikan arus yang dibutuhkan untuk menghidupkan motor starter sudah mencukupi.
6. Masukkan bahan bakar variasi satu ke dalam selang.
7. Menyalakan kunci kontak pada posisi *on*.
8. Nyalakan *engine*.
9. Setelah menyala biarkan *engine* hidup terus sampai keadaan *steady*.
10. Atur RPM dengan setting pada bukaan *throttle* sesuai dengan RPM yang dibutuhkan yaitu antara 1800-3150.
11. Pengambilan data diulang sebanyak 3 kali.
12. Bahan bakar dikosongkan dan dimasukkan lagi variasi kedua komposisi bahan bakar.
13. Lakukan langkah 8-11.
14. Bahan bakar dikosongkan dan dimasukkan lagi variasi ketiga komposisi bahan bakar.
15. Lakukan langkah 8-11.
16. Selanjutnya ubah rasio kompresi kedua.

17. Lakukan langkah 8-15 kembali.
18. Selanjutnya ubah rasio kompresi ketiga.
19. Lakukan langkah 8-15.
20. Pengambilan data selesai dan semua instalasi kelistrikan dilepas.

3.9 Diagram Alir Penelitian

Flowchart atau diagram alir merupakan sebuah diagram dengan simbol-simbol grafis yang menyatakan aliran algoritma atau proses yang menampilkan langkah-langkah yang disimbolkan dalam bentuk kotak, beserta urutannya dengan menghubungkan masing masing langkah tersebut menggunakan tanda panah. *Flowchart* dalam penelitian ini dapat dilihat dari Gambar 3.7.





Gambar 3.7 Diagram alir penelitian

