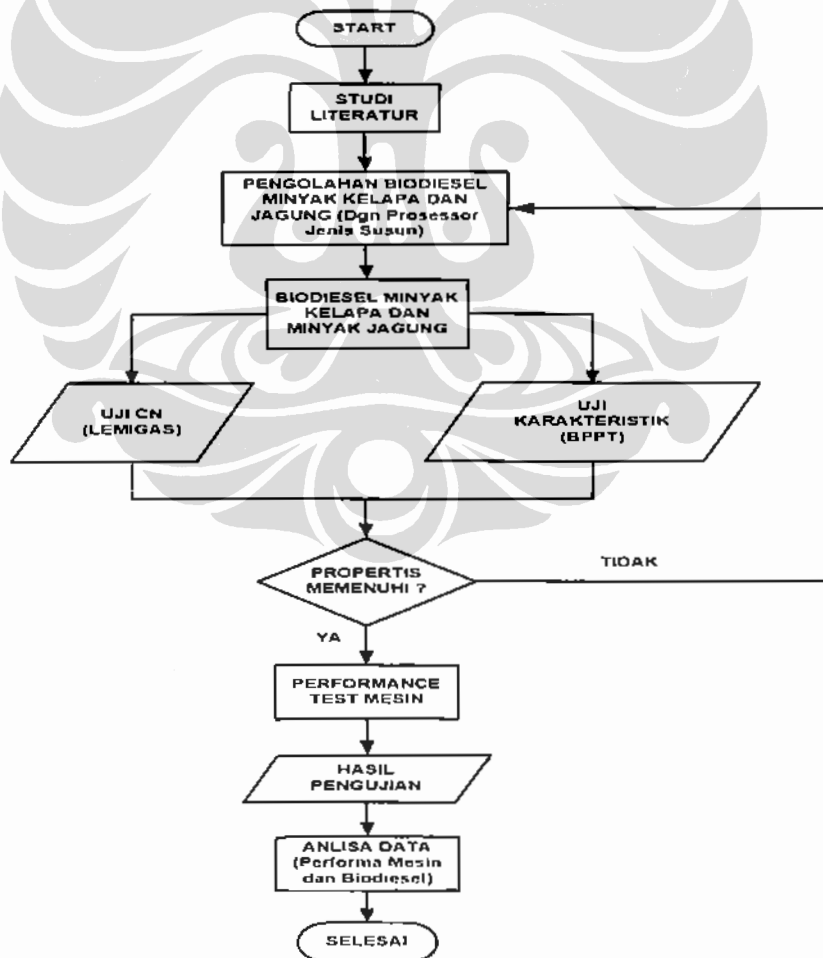


BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 ALUR PENGUJIAN DAN PENELITIAN

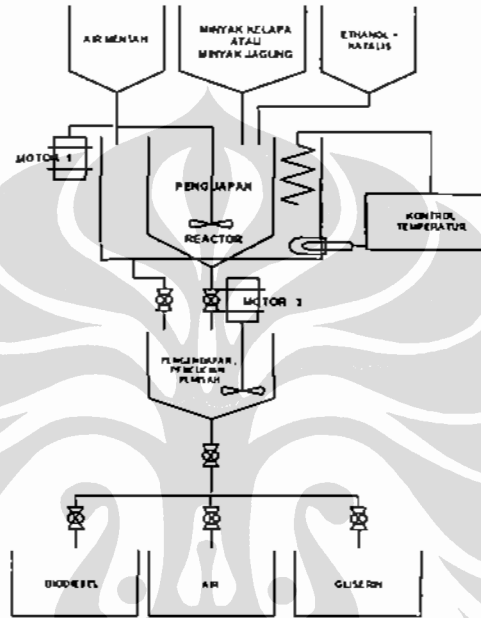
Alur atau metode penelitian/pengujian yang digunakan adalah : tahapan proses dan pembuatan biodiesel minyak kelapa dan minyak jagung dengan processor jenis susun, pengujian karakteristik dan propertis di Laboratorium BPPT dan pengujian Cetane Number di laboratorium propulsi dan termodinamika Lemigas Departemen Sumber Daya Mineral, uji performa mesin pada mesin Nissan tipe SD 22 di Laboratorium Termodinamika Terapan Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Selanjutnya dilakukan analisa dan pengolahan data pengujian.



Gambar 3.1 Alur Penelitian dan Pengujian

3.2 PEMBUATAN BIODIESEL

Biodiesel minyak kelapa dan minyak jagung dihasilkan melalui proses transesterifikasi dengan menggunakan prosesor jenis susun (desain Yanuar Chandra dari Bandar Lampung) dan pereaksi spiritus. Sistem yang digunakan pada prosesor ini adalah sistem *batch* yang menggunakan gaya gravitasi bumi sebagai penggerak fluida. Gambar skematiknya dan gambar prosesor seperti di bawah ini :



Gambar 3.2. Skema Prosessor Biodiesel Jenis Susun



Gambar 3.3. Prosessor Biodiesel BDP-10FG-BV

Spesifikasi peralatan seperti pada tabel 3.1 sebagai berikut :

Tabel 3.1. Spesifikasi Processor Tipe BDP-10FG-BV

MODEL	BDP-10FG-BV
TABUNG	
Bahan	Fiber glass
Ketebalan	1,5 mm
METODE PRODUKSI	Batch
KAPASITAS PRODUKSI	10 liter/hari
LISTRIK	
Tegangan	220V AC
Frekuensi	50 Hz
Konsumsi listrik	350 Watt
DIMENSI	
Tinggi	140 cm
Lebar	25 cm
Panjang	52 cm
WAKTU PRODUKSI	21 jam

Tahapan proses pembuatan biodieselnnya adalah sebagai berikut :

1. Temperatur *water jacket* pada reaktor dijaga untuk tetap pada kisaran 60°C sampai dengan 65°C dengan menggunakan pemanas listrik yang diatur oleh rangkaian kendali temperatur.
2. Minyak nabati dimasukkan ke dalam reaktor, tunggu hingga temperatur minyak nabati sama dengan temperatur reaktor.
3. Setelah temperatur minyak nabati sama dengan temperatur reaktor, campuran methanol dan katalis dicampurkan dengan minyak nabati, kecepatan motor pengaduk (MOTOR1) diatur pada kisaran 150-200 rpm.
4. Pencampuran minyak nabati dengan *ethanol* dan katalis dilakukan dalam reaktor selama 60 menit – 120 menit tergantung jenis minyak nabati yang digunakan.
5. Setelah waktu pencampuran tercapai, selanjutnya campuran dipindahkan ke dalam tangki pengendapan dengan cara membuka keran pada reaktor.
6. Campuran dibiarkan di dalam tangki pengendapan untuk melakukan proses pemisahan antara biodiesel dengan gliserol, pemisahan mulai dapat terlihat setelah diendapkan selama 1 jam, untuk mendapatkan pemisahan yang sempurna, campuran diendapkan sampai 8 jam.

7. Setelah campuran terpisah sempurna, biodiesel kasar (biodiesel yang belum dicuci) dimasukkan ke dalam tangki pencucian biodiesel, sedangkan gliserol dibiarkan tertinggal di dalam tangki pengendapan.
8. Air dari *water jacket* yang bersuhu 60°C - 65°C dialirkan ke dalam tangki pencucian biodiesel dan juga ke dalam tangki pengendapan untuk mencuci biodiesel dan gliserol, air di dalam *water jacket* dijaga untuk tetap pada ketinggian tertentu agar pemanas listrik tidak *overheat*.
9. Setelah air panas dialirkan dengan perbandingan kira-kira 1:1, pengaduk (MOTOR 1) diaktifkan pada kisaran kecepatan 1000 rpm selama 20 menit.
10. Setelah waktu pengadukan tercapai, matikan pengaduk (MOTOR2) dan biarkan campuran untuk terpisah sempurna.
11. Setelah campuran terpisah sempurna, buka keran untuk mengeluarkan air cucian yang berada pada lapisan bawah, ketika biodiesel sudah mulai ikut turun, tutup keran menuju penampungan air cucian, kemudian buka keran menuju penampungan biodiesel, hal yang sama juga dilakukan untuk gliserol.
12. Tahap selanjutnya adalah tahap menguapkan air yang masih tersisa pada biodiesel dengan cara memanaskan biodiesel sampai air seluruhnya menguap.
13. Biodiesel dalam penampungan telah siap untuk digunakan.

3.3 PENGUJIAN KARAKTERISTIK BIODIESEL

Pengujian karakteristik produk biodiesel minyak kelapa dan minyak jagung dilakukan di Laboratorium Kimia Balai Termodinamika Motor dan Sistem Propulsi (BTMP), BPPT, Serpong, dengan memakai standard ASTM dan Standard Biodiesel Indonesia.

Tabel 3.2. Hasil Pengujian Laboratorium Biodiesel M. Kelapa & M. Jagung

No	Uraian	Standard*	Minyak Kelapa	Minyak Jagung	Unit	Metode
1	Kinematic Viscosity at 40°C	2.3 – 6	2.770	4.869	cSt	ASTM D445
2	Density at 40 °C	0.85 – 0.90	0.8560	0.8886	gr/cm ³	ASTM D1298
3	Total Acid Number (TAN)	< 0.8	0.292	0.2168	mg KOH/gr	ASTM D664
4	Flash Point	> 100	108	180	°C	ASTM D93
5	Cloud Point	< 18	2.7	11	°C	ASTM D2500
6	Pour Point	-	- 5.3	- 3	°C	ASTM D97

7	Water Content	< 0.05	0.02	0.02	% vol	ASTM D2709
8	Total Glycerol	< 0.24	0.2851	0.3235	% w	FBI A-02-03
9	Free Glycerol	< 0.2	0.0003	0.0135	% w	FBI A-02-03
10	Saponification Number	-	259.16	201.069	mg KOH/gr	FBI A-03-03
11	Ester Content	> 96.5	97.88	99.1569	% w	Dihitung
12	Nilai Kalor (LHV)		39500	37500	kJ/kg	ASTM D240

Sumber : BTMP-BPPT, * Standard Biodiesel Indonesia (SNI)

3.4 PENGUJIAN CETANE NUMBER

Pengujian Cetane Number minyak Solar, biodiesel Kelapa dan Jagung dengan komposisi solar murni, B10, B20 dan B30 dilakukan di laboratorium Fasilitas Lemigas Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral dengan memakai mesin CFR merk Waukesha Engine WI 53188 dengan kompresi rasio yang dapat diubah-ubah.

Tabel 3.3. Hasil Pengujian Cetane Number

No	Bahan Bakar	Cetane Number	Metode
1	Solar Murni 100 %	52,2	ASTM D-613
2	Biodiesel Kelapa (100 %)	62,4	ASTM D-613
3	B10 Kelapa	57,1	ASTM D-613
4	B20 Kelapa	58,1	ASTM D-613
5	B30 Kelapa	59,0	ASTM D-613
6	Biodiesel Jagung (100 %)	58,6	ASTM D-613
7	B10 Jagung	53,4	ASTM D-613
8	B20 Jagung	55,8	ASTM D-613
9	B30 Jagung	57,2	ASTM D-613

3.5 PENGUJIAN PERFORMA MESIN DIESEL

3.5.1 Tempat Pengujian

Pengujian performa mesin dilaksanakan di Laboratorium Termodinamika Terapan Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Indonesia yang berada di lantai 1 Gedung Departemen Mesin Kampus Baru UI Depok.

3.5.2 Spesifikasi Peralatan Pengujian

Spesifikasi mesin yang digunakan pada pengujian adalah sebagai berikut :

- Model : SD-22 (Nissan Motor Co, Ltd)
- Tipe : Water cooled 4 cycle, diesel engine
- Jumlah silinder : 4
- Diameter silinder : 83
- Langkah : 100 mm
- Kapasitas mesin : 2163 cc
- Rasio kompresi : 22 : 1
- Daya / rpm spesifik : 47 PS/3200 rpm (Max)

3.5.3 Prosedur Pengujian dan Pengolahan Data

Prosedur pengujian dan pengambilan data dilakukan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut :

1. Pengambilan data dilakukan pada putaran bervariasi (1300, 1500, 1700 dan 1900 rpm) dengan bukaan *throttle valve* konstan sebesar 40 %.
2. Pengambilan data dilakukan pada bukaan *throttle* bervariasi (30 %, 40 %, 50 % dan 60 %) dengan putaran konstan 1500 rpm
3. Pengambilan data pada langkah 1 dan langkah 2 dilakukan untuk bahan bakar solar murni (100%), biosolar, B10, B20, B30 (Kelapa) dan B10, B20, B30 (Jagung).
4. Pengukuran emisi gas buang (opasitas).

Sampel emisi gas buang diambil dari pipa *exhaust* dengan menggunakan alat pengukur kepekatan asap (*Opacity Meter*).

Pengolahan data dibutuhkan untuk membuktikan ada tidaknya peningkatan biodiesel yang dicampur dengan minyak solar terhadap performa mesin, penghematan konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang yang dihasilkan. Hasil akhir dari tiap-tiap konsentrasi campuran biodiesel yang didapat akan dibandingkan dengan bahan bakar solar murni sebagai pembanding. Berikut metoda perhitungan yang digunakan :

1. Daya / Brake Horse Power (BHP)

Daya keluaran mesin (bhp) didefinisikan dengan sebuah torsi maksimum pada kecepatan mesin yang diberikan, bisa juga menunjukkan bahwa daya yang

dimaksud adalah daya yang ditransmisikan melalui poros. Dihitung dengan persamaan berikut :

$$BHP = \frac{2 \cdot \pi \cdot n \cdot T}{1000 \cdot 60} \quad [kW] \quad \dots\dots\dots (3.1)$$

dimana ; $T = \frac{F' \times L}{1000} [Nm]$ dan $F' = W \cdot g [N]$

- n = putaran mesin [rpm]
- T = torsi [N/m]
- F = gaya penyeimbang [N]
- W = beban pada dinamometer [kgf]
- g = gaya gravitasi = 9.81 [m/s²]
- L = panjang lengan torsi [m]

2. Laju Konsumsi Bahan Bakar (FC)

Konsumsi bahan bakar per satuan waktu (*FC – Fuel Consumption*) dapat ditentukan melalui persamaan berikut (*manual engine research test bed*) :

$$FC = \frac{3600 \times V_g}{t} \quad [L/HR] \quad \dots\dots\dots (3.2)$$

- dimana : V_g = Volume bahan bakar yang dipergunakan [liter]
- t = waktu yang dibutuhkan [detik]

3. Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (SFC)

Konsumsi bahan bakar spesifik adalah rasio konsumsi bahan bakar dengan daya keluaran (bhp/useful power), dihitung dengan persamaan :

$$SFC = \frac{FC}{BHP} \quad [L/kW.hr] \quad \dots\dots\dots (3.3)$$

- dimana : FC = Fuel consumption [L/hr]
- BHP = Brake Horse Power [kW]

4. Efisiensi Thermal (η_{th})

Efisiensi thermal dari motor diesel menyatakan efektifitas energi bahan bakar yang disuplai ke ruang bakar dalam menghasilkan kerja. Dirumuskan sebagai berikut :

$$\eta_{th} = \frac{3,6 \times BHP}{Q_f} \times 100 \quad [\%] \quad \dots \dots \dots (3.4)$$

dimana : $Q_f = H \times FC \times \gamma$

H = Nilai kalor bawah, LHV [MJ/kg]

FC = Konsumsi bahan bakar [L/hr]

γ = massa jenis bahan bakar [kg/m³]

5. Opasitas Gas Buang

Untuk mengukur tingkat kepekatan asap digunakan Smoke Opacity Meter. Opasitas atau kadar kepekatan asap, yang ditunjukkan dengan persentase dari cahaya yang dapat diterima pada sensor kepekatan dan biasanya diekspresikan dalam persentase (100 % = pekat sempurna, 0 % = cahaya dapat diteruskan atau receiver menerima cahaya secara penuh).

