

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan untuk mengetahui fenomena yang terjadi pada mesin Otto dengan penggunaan bahan bakar yang ditambahkan aditif dengan variasi komposisi yang berbeda dengan dasar acuan Premium. Parameter utama yang diamati yaitu laju aliran bahan bakar, analisa gas buang yang dihasilkan dan dilanjutkan dengan menghitung beberapa perubahan karakteristik performa dari mesin Otto. Pengujian eksperimental ini didasarkan pada kondisi sebagai berikut :

- Kompresi rasio diambil dari kondisi standar mesin sebesar 8,2:1
- Tekanan udara luar pada keadaan standar (1 atmosfer).
- Temperatur ambient dijaga antara 30°C sampai 38°C.
- Aliran Premium yang diamati setiap 50 ml.
- Konsumsi udara masuk tetap, tidak berubah-ubah.

Dalam pengujian ini diberikan beberapa batasan yang membatasi kebenaran data pengujian, antara lain :

- Kesalahan dalam pembacaan data.
- Tingkat ketelitian alat-alat pengujian yang digunakan.
- Metode analisa yang digunakan, dengan berbagai asumsi
- Kondisi peralatan dianggap sama untuk setiap kali percobaan.
- Bahan bakar yang digunakan sama, dibeli pada tempat yang sama

3.2 PENGUJIAN ANGKA OKTAN

Pengujian *octane number* dari bahan bakar yang diuji dilakukan di Laboratorium Badan Penelitian dan Pengembangan Sumber Energi dan Sumber Daya Mineral Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi (LEMIGAS) , Ciledug.



Gambar 3.1. Mesin CFR

Tabel 3.1 Angka Oktan Hasil Pengujian Laboratorium

No.	JENIS BAHAN BAKAR	OCTANE NUMBER	METODE PENGUJIAN
1.	Premium	87,2	ASTM D 2699
2.	Premium + Power Clean 0,33%	87,7	ASTM D 2699
3.	Premium + Prima Ace 0,25%	87,5	ASTM D 2699
4.	Premium + Power 21 0,1%	87,7	ASTM D 2699
5.	Premium + Griffon 0,066 gr/liter	88,1	ASTM D 2699
6.	Premium + Elf Oct. Booster 0,25%	88,0	ASTM D 2699

Sumber : LEMIGAS

3.3. PENGUJIAN PERFORMA MESIN OTTO

3.3.1 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.

3.3.2 Peralatan Pengujian

Peralatan pengujian adalah komponen utama yang mempengaruhi baik tidaknya data hasil pengujian dan relevannya analisa hasil pengujian yang diperoleh. Peralatan utama komponen motor bakar yang dipakai pada pengujian ditunjukkan di bawah ini :



Gambar 3.2 Mesin Otto pada Lab. Termodinamika Dept Teknik Mesin UI



Gambar 3.3. Exhaust Gas Analyzer

3.4. VARIASI PENGUJIAN

Pengujian dilakukan dalam berbagai variasi, agar analisa akhir yang didapatkan dapat memberikan gambaran secara tepat dan signifikan sejauh mana campuran aditif dapat meningkatkan performa mesin. Variasi pengujian yang dilakukan meliputi :

3.4.1 Variasi Kandungan Bahan Bakar

Tabel 3.1. Variasi Kandungan Bahan Bakar

No.	Bahan Bakar	Kandungan (%)		Volume (mililiter)	
		Bahan Bakar	Aditif	Bahan Bakar	Aditif
1	Premium	100		1000	-
2	Premium + aditif PA	99,85	0,15	1000	1,5
		99,8	0,2	1000	2
		99,75	0,25	1000	2,5

3	Premium + aditif <i>PC</i>	99,67	0,33	1000	3,3
		99,17	0,83	1000	8,3
		98,67	1,33	1000	13,3
4	Premium + aditif <i>P21</i>	99,9	0,1	1000	1
		99,85	0,15	1000	1,5
		99,8	0,2	1000	2
5	Premium + aditif <i>EOB</i>	99,75	0,25	1000	2,5
		99,5	0,5	1000	5
		99,25	0,75	1000	7,5

No.	Bahan Bakar	Bahan Bakar	Aditif	Bahan Bakar (ml)	Additif (gr)
6	Premium + aditif <i>GHP</i>	-	-	1000	0,022
		-	-	1000	0,044
		-	-	1000	0,066

3.4.2 Variasi Bukaannya Terhadap Putaran Mesin Tetap 1700 rpm

Putaran pada mesin diatur tetap 1700 rpm dengan mengatur pembebanan dengan variasi bukaannya throttle mulai dari 10%, 20%, 30% dan 40%.

Tujuan dari pengujian ini adalah mesin Otto dikondisikan dalam keadaan menanjak. Diasumsikan bahwa beban mesin bertambah dikarenakan kendaraan dalam kondisi menanjak sehingga untuk menjaga kecepatan atau putaran mesin yang tetap maka diperlukan penambahan bukaannya throttle

3.4.3 Variasi Putaran Mesin Terhadap Bukaannya Throttle Tetap 20 %

Bukaan throttle diatur tetap pada bukaan 20 % dengan mengatur tombol pengatur bukaan throttle. Kemudian, putaran mesin divariasikan dengan mengatur pembebanan mulai dari 1300 rpm, 1500 rpm, 1700 rpm, 1900 rpm, dan 2100 rpm.

Tujuan dari pengujian ini adalah mesin Otto dikondisikan dalam keadaan berakselerasi (kondisi pada saat kendaraan beroperasi pada jalan bebas hambatan, bukaan throttle tetap, namun seiring dengan berkurangnya beban pada kendaraan, maka putaran mesin akan bertambah.

3.4.4 Variasi Waktu Penyalaan (*Ignition Timing*)

Untuk mengetahui perubahan performa mesin maka dilakukan variasi waktu penyalaan yakni pada 8° , 6° dan 10° sebelum titik mati atas (BTDC).



Gambar 3.4. Timing Light

3.5. TEKNIK PENGAMBILAN DATA

Data yang diambil terdiri dari :

1. Data laju aliran bahan bakar setiap 50 mL (detik)
2. Data Beban pada Dinamometer (kgf)
3. Data Suction Air Temperature ($^\circ\text{C}$)
4. Data Head Across Orifice (mmH_2O)
5. Data gas buang, yang meliputi CO_2 (% vol), CO (% vol), HC (ppm vol), dan NO_x (ppm vol)

3.6. PROSEDUR PENGUJIAN

3.6.1. Prosedur Menjalankan Mesin

1. Jalankan sirkulasi air pendingin ke mesin dan atur jumlah aliran *flow rate* dari air pendingin yang masuk ke mesin 40 liter/menit dengan memutar katup pengatur.
2. Mengatur dinamometer pada beban minimum dengan memutar *load controle* dan juga atur tekanan air yang masuk ke dinamometer minimum sebesar 1 atm untuk putaran mesin tidak melebihi 4500 rpm.

3. Membuka saluran Premium dari tangki sampai ke mesin.
4. Periksa permukaan pelumas dalam karte, kencangkan semua baut-baut yang kendur dan yakinlah bahwa mesin akan bekerja dengan aman.
5. Memasang kabel aki untuk start dan periksalah sambungan-sambungan secara teliti, supaya tidak ada yang kendur.
6. Menyalakan mesin sampai jalan dan kemudian dibiarkan selama ± 15 menit untuk pemanasan.

3.6.2. Prosedur Menghentikan Mesin

1. Mengurangi beban secara perlahan-lahan sampai pada beban minimum sambil mengurangi kecepatan putaran mesin.
2. Biarkan mesin berjalan pada putaran dan beban minimum sampai temperatur gas asap menjadi kira-kira 150°C .
3. Matikan mesin dengan memutuskan hubungan listriknya.
4. Biarkan air pendingin bersirkulasi 15 menit lagi untuk mendinginkan mesin secara perlahan.
5. Tutup semua katup-katup Premium, air pendingin, air ke dinamometer dan lepaskan kabel start dari aki serta buka *drainage valve* pada dinamometer.

3.6.3. Prosedur Pengukuran

1. Persiapan main test sheet.
2. Pengamatan dilakukan secara serentak pada waktu mesin sudah cukup steady.
3. Pada setiap set pengamatan, variasi putaran dijaga tidak lebih dari 20 rpm
4. Data yang diambil / dicatat pada panel mesin uji untuk setiap pengujian adalah sebagai berikut :
 - Gaya dari beban pada dinamometer (kgf)
 - Waktu setiap pemakaian Premium 50 ml (detik).
 - Presentase CO_2 , CO, HC dan NO_x dalam gas buang.
 - Suction Air Temperature ($^{\circ}\text{C}$).
 - Head Across Orifice / *Pressure drop* pada manometer dari *air flow rate* (mmH_2O)

3.6.4. Prosedur Menghidupkan Exhaust Gas Analyzer

1. Menghubungkan kabel utama *gas analyzer* ke sumber listrik
2. Menekan tombol ‘ON/OFF’ di bagian belakang untuk menyalakan *gas analyzer*
3. Setelah alat menyala, pada display kiri atas muncul kode ‘01’ yang berarti proses pemanasan alat yang berlangsung maksimal 15 menit.
4. Selanjutnya, pada display akan muncul kode ‘21’ yang berarti sedang berlangsung proses kalibrasi otomatis kira-kira 2 menit.
5. Setelah itu, tekan tombol *pump* untuk menampilkan kode ‘03’ yang berarti *gas analyzer* berada dalam kondisi stand by dan siap untuk digunakan.

3.6.5. Prosedur Pengoperasian Exhaust Gas Analyzer

1. Memasang kabel pengukur kecepatan putaran mesin pada kabel busi dengan memperhatikan arah tanda panah
2. Memasukkan probe ke dalam knalpot lalu tekan tombol ‘*pump*’ dan alat akan segera melakukan pengukuran
3. Menunggu hingga seluruh komponen sudah ditampilkan di layar, lalu tekan ‘*print*’ untuk mencetak hasil pengukuran.
4. Mengeluarkan probe dari knalpot jika sudah selesai
5. Menekan tombol ‘*pump*’ setelah proses mencetak selesai agar alat kembali pada posisi stand by

3.6.6. Prosedur Mematikan Exhaust Gas analyzer

1. Memastikan alat berada pada kondisi stand by (kode ‘03’) dan kemudian alat dimatikan dengan menekan tombol “ON/OFF”.
2. Melepas kabel utama dari sumber listrik.
3. Membersihkan uap air pada selang dan filter pemisah kondensasi serta sisa karbon pada probe dengan menyemprotkan aliran udara kompresor agar tidak mampat saat digunakan lagi.

3.6.7. Prosedur Penggantian Bahan Bakar

Penggantian bahan bakar pada mesin dilakukan jika pengujian pada tiap jenis bahan bakar telah selesai dilakukan. Tahapan penggantian bahan bakar adalah sebagai berikut :

1. Mesin dimatikan.
2. *Stop valve* pada tangki bahan bakar ditutup, kemudian saluran bahan bakar yang menuju ke pompa injektor dicabut.
3. Untuk mengosongkan tangki bahan bakar, maka *stop valve* dibuka. Bahan bakar yang keluar dari tangki tersebut ditampung.
4. Setelah tangki bahan bakar kosong, tutup *stop valve* dan pasang kembali pipa saluran bahan bakar. Bahan bakar baru kemudian dimasukkan ke dalam tangki.
5. Setelah bahan bakar baru dimasukkan, *stop valve* dibuka kembali. Pipa-pipa saluran bahan diberi getaran untuk menghilangkan udara yang menghambat aliran bahan bakar.
6. Mesin dinyalakan, dan setelah menghabiskan bahan bakar baru sebanyak tiga kali *fuel consumption* meter (540 ml) bahan bakar, maka diasumsikan bahwa seluruh sistem bahan bakar mesin uji telah terisi bahan bakar baru.

3.7. Metodologi Pengolahan Data

Pengolahan data dibutuhkan untuk membuktikan ada tidaknya pengaruh dari senyawa aditif yang dicampurkan kepada Premium terhadap performa mesin, dan komposisi gas buangnya. Parameter yang telah dicatat selama pengujian akan dimasukkan kedalam perhitungan lanjut dan keluarannya dinamakan data olahan. Pengujian awal dilakukan pada *ignition timing* 8° BTDC dengan melakukan perbandingan dari suatu aditif untuk mendapatkan konsentrasi terbaik dari konsentrasi yang diujikan, setelah masing-masing aditif didapatkan konsentrasi terbaiknya, maka selanjutnya dilakukan pengujian dengan variasi *ignition timing* pada 8° , 6° dan 10° BTDC. Analisa dilakukan dengan bahan bakar Premium dengan *ignition timing* 8° sebagai pembanding dan dipresentasikan ke dalam bentuk grafik.