

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan dan pembahasan dari proses pengambilan data dan pengumpulan data yang dikumpulkan meliputi data spesifikasi obyek penelitian dan hasil pengujian. Data-data tersebut diolah dengan perhitungan untuk mendapatkan *variabel* yang diinginkan kemudian dilakukan hasil pembahasan. Berikut ini perhitungan data, pengumpulan data, dan pembahasan yang dilakukan melalui perhitungan untuk kerja mesin berdasarkan data-data pengujian motor standar adalah sebagai berikut:

#### 4.1 Perhitungan

Dari data yang didapat perhitungan torsi dan daya, konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang ini berdasarkan data-data pengujian motor Scorpio Z 225cc dalam kondisi standar.

1. Torsi (T), Terukur dari hasil data pengujian.

2. Daya (P), Terukur dari hasil data pengujian.

$$1 \text{ HP} = 0,7457 \text{ KW}$$

$$1 \text{ KW} = 1,341 \text{ HP}$$

3. Konsumsi bahan bakar (SFC)

$$\text{SFC} =$$

Dimana :

$$1 \text{ HP} = 0,7457 \text{ KW}$$

$$mf =$$

Jika :

$$b = 20 \text{ cc}$$

$$t = 116 \text{ s}$$

$$P_{bb} = 0,7471 \text{ (kg/liter) Masa jenis bahan bakar premium.}$$

Maka :

$$1. \quad mf = \dots 0,7471 \text{ ( kg / liter ) .}$$

$$mf = 0,517 \text{ kg /Jam}$$

$$2. \quad \text{SFC} = ($$

$$= 0,071 \text{ Kg/ Kw}$$

Contoh perhitungan diatas digunakan pada tiap-tiap data hasil pengujian terhadap bahan bakar pertamax plus murni, premium murni, premium-ethanol 5%, premium-ethanol 10%, dan premium-ethanol 15% yang kemudian disajikan dalam bentuk table *mf* dan *SFC*, grafik *mf* dan *SFC*.

## 4.2 Pembahasan Hasil Pengujian

Tabel-table hasil pengujian dan perhitungan tersebut kemudian disajikan dalam bentuk table dan grafik.

### 4.2.1 Hasil Pengujian Torsi (N.m)

Pengujian ini untuk mengetahui perbandingan torsi kerja mesin 4 langkah 225 cc dengan bahan bakar pertamax plus murni, premium murni, premium-ethanol 5%, premium-ethanol 10%, dan premium-ethanol 15%. Menggunakan putaran mesin 4000 (rpm) sampai putaran mesin 11500 (rpm) dengan menggunakan motor standar tanpa perubahan sama sekali dapat dilihat hasil percobaan perbandingan torsi **Tabel 4.1**.

**Tabel 4.1** Hasil Pengujian Torsi Dengan Varisi Bahan Bakar Pertamax Plus Murni, Premium Murni Premium-Ethanol 5%, Premium-Ethanol 10%, Premium-Ethanol 15%.

No	Torsi									
	Putaran (rpm)	PP	Putaran (rpm)	P	Putaran (rpm)	PE 5%	Putaran (rpm)	PE 10%	Putaran (rpm)	PE 15%
1	4000	6.19	4000		4000	9.78	4000		4000	
2	4250	11.03	4250		4250	13.07	4250	12.81	4250	5.63
3	4500	13.20	4500		4500	14.92	4500	13.28	4500	12.11
4	4750	14.08	4750		4750	14.01	4750	12.91	4750	12.67
5	5000	13.88	5000		5000	13.82	5000	12.93	5000	12.55
No	Torsi									
	Putaran (rpm)	PP	Putaran (rpm)	P	Putaran (rpm)	PE 5%	Putaran (rpm)	PE 10%	Putaran (rpm)	PE 15%
6	5250	13.85	5250	9.87	5250	13.78	5250	12.87	5250	12.66
7	5500	13.99	5500	11.13	5500	14.00	5500	13.10	5500	12.90
8	5750	14.42	5750	11.67	5750	14.50	5750	13.48	5750	13.26
9	6000	14.85	6000	11.99	6000	14.87	6000	13.83	6000	13.71

10	6250	15.19	6250	12.24	6250	15.22	6250	14.19	6250	13.97
11	6500	15.31	6500	12.51	6500	15.31	6500	14.29	6500	14.13
12	6750	15.33	6750	12.71	6750	15.32	6750	14.37	6750	14.18
13	7000	15.65	7000	12.82	7000	15.58	7000	14.63	7000	14.35
14	7250	15.83	7250	13.07	7250	15.75	7250	14.85	7250	14.71
15	7500	16.18	7500	13.26	7500	16.09	7500	15.19	7500	14.90
16	7584	16.35	7750	13.53	7635	16.24	7647	15.36	7704	15.21
17	7750	16.28	7983	13.84	7750	16.18	7687	15.17	7722	15.14
18	7937	16.46	8000	13.69	7965	16.36	7750	15.27	7750	15.00
19	8000	16.37	8114	13.94	8000	16.22	7839	15.40	8000	14.93
20	8224	16.46	8222	13.47	8156	16.32	8000	15.18	8207	14.81
21	8250	16.31	8250	13.69	8250	16.20	8250	15.13	8250	15.00
22	8500	16.25	8500	13.62	8500	16.11	8500	15.03	8500	14.84
23	8750	16.07	8750	13.49	8750	15.86	8750	14.91	8750	14.62
24	8917	16.03	9000	13.30	9000	15.46	8858	14.92	9000	14.33
25	9000	15.79	9250	13.00	9047	15.60	9000	14.59	9037	14.17
26	9115	15.80	9500	12.78	9250	15.09	9235	14.20	9125	14.29
27	9250	15.35	9750	12.51	9333	15.15	9249	14.31	9250	13.85
28	9368	15.29	9908	11.97	9500	14.66	9250	14.17	9500	13.50
29	9500	14.87	10000	12.23	9605	14.49	9500	13.66	9750	13.22
30	9750	14.42	10250	11.86	9750	14.18	9750	13.28	9780	13.16
31	10000	14.00	10500	11.55	10000	13.79	10000	12.93	10000	12.77
32	10250	13.63	10750	11.26	10250	13.43	10250	12.58	10250	12.47
33	10500	13.25	11000	11.04	10500	13.08	10500	12.17	10500	12.11
34	10750	12.93	11250	10.89	10750	12.49	10750	11.88	10750	11.72
35	11000	12.55	11500	10.68	11000	12.31	11000	11.51	11000	11.43
36	11250	11.98	11529	11.02	11250	11.62	11250	10.97	11250	10.91
37	11500	11.61	11641	10.82	11500	11.23	11500	10.54	11500	10.44

Keterangan :

1. PP = Pertamax plus murni
2. P = Premium murni
3. PE 5% = Premium-ethanol 5%
4. PE 10% = Premium-ethanol 10%
5. PE 15% = Premium-ethanol 15%

**Gambar 4.1** Grafik Perbandingan Torsi Dengan Variasi Bahan Bakar Pertamax Plus Murni, Premium Murni, Premium-Ethanol 5%, Premium-Ethanol 10%, dan Premium-Ethanol 15%

Dari data **Table 4.1** dapat dilihat torsi *optimal* yang dihasilkan pada motor Yamaha Scorpio Z 225 CC dengan bahan bakar pertamax plus murni, premium

murni, premium-ethanol 5%, premium-ethanol 10%, dan premium-ethanol 15%. Pertama plus murni mengalami peningkatan torsi, torsi tertinggi adalah 16,46 (N.m) pada putaran mesin 7937 (rpm) dan putaran mesin 8224 (rpm). Sedangkan pada bahan bakar premium murni torsi 13,94 (N.m) pada putaran 8114 (rpm), premium-ethanol 5% torsi tertingginya 16,36 (N.m) dan putaran mesin 7965 (rpm), bahan bakar premium-ethanol 10% torsi tertingginya 15,40 (N.m) dan putaran mesin 7839 (rpm), dan bahan bakar premium-ethanol 15% torsi tertingginya 15,21 (N.m) dan putaran mesin 7704 (rpm). Dari **Gambar 4.1** terlihat besarnya torsi untuk masing-masing pengujian yang paling rendah adalah bahan premium hal ini disebabkan karena terjadi proses pembakaran yang cepat akibat nilai oktan premium dan menyebabkan bahan bakar cepat terbakar sebelum waktunya sehingga tenaga mesin untuk kerja yang dihasilkan kurang maksimal. Sedangkan pada pertamax plus murni mengalami penurunan pada saat putaran mesin 4000 (rpm) torsi 6,19 (N.m) dan selanjutnya mengalami kenaikan diposisi putaran mesin 7584 (rpm) pada torsi 16,35 (N.m) yang mengakibatkan pembakaran yang lebih sempurna. Pembakaran yang lebih sempurna akan menghasilkan tekanan yang lebih besar dan torsi yang semakin besar pula.

Dari hasil penelitian terdahulu Margono (2003), Hartono (2007), Apriyanto (2008), dan Sohe (2015) menunjukkan torsi pada motor standar yang menggunakan perbandingan bahan bakar premium-ethanol. Hasil yang diperoleh penelitian terdahulu torsinya lebih rendah dibandingkan hasil penelitian di atas, dikarenakan penelitian terdahulu menggunakan motor dengan 110 cc. Perbedaan dengan penelitian di atas pada bahan bakar pertamax plus murni dan pada motor dengan 225 cc maka hasil yang didapat torsinya lebih besar karena kompresi motor yang lebih tinggi walaupun dengan bahan bakar premium-ethanol dan oktan pertamax plus yang tinggi juga berpengaruh terhadap pembakaran yang lebih sempurna sehingga menghasilkan torsi yang lebih maksimal.

#### **4.2.2 Hasil Pengujian Daya (Kw)**

Pengujian ini untuk mengetahui perbandingan daya kerja mesin 4 langkah 225 cc dengan bahan bakar pertamax plus murni, premium murni, premium-

ethanol 5%, premium-ethanol 10%, dan premium-ethanol 15%. Menggunakan putaran mesin 4000 (rpm) sampai dengan putaran mesin 11500 (rpm) Dengan menggunakan motor standar tanpa perubahan sama sekali dapat dilihat hasil percobaan perbandingan torsi **Tabel 4.2**.

**Tabel 4.2** Hasil Pengujian Daya Dengan Variasi Bahan Bakar Pertamina Plus Murni, Premium-Ethanol 5%, Premium-Ethanol 10%, Premium-Ethanol 15%.

No	Daya									
	Putaran (rpm)	PP	Putaran (rpm)	P	Putaran (rpm)	PE 5%	Putaran (rpm)	PE 10%	Putaran (rpm)	PE 15%
1	4000	2.6	4000		4000	4.2	4000		4000	
2	4250	4.9	4250		4250	5.8	4250	5.7	4250	2.5
3	4500	6.2	4500		4500	7.0	4500	6.3	4500	5.7
4	4750	7.0	4750		4750	7.0	4750	6.4	4750	6.3
5	5000	7.3	5000		5000	7.3	5000	6.8	5000	6.6
6	5250	7.6	5250	5.4	5250	7.6	5250	7.1	5250	7.0
7	5500	8.1	5500	6.4	5500	8.1	5500	7.5	5500	7.4
8	5750	8.7	5750	7.0	5750	8.7	5750	8.1	5750	8.0
9	6000	9.3	6000	7.5	6000	9.4	6000	8.7	6000	8.6
No	Daya									
	Putaran (rpm)	PP	Putaran (rpm)	P	Putaran (rpm)	PE 5%	Putaran (rpm)	PE 10%	Putaran (rpm)	PE 15%
10	6250	10.0	6250	8.0	6250	10.0	6250	9.3	6250	9.2
11	6500	10.4	6500	8.5	6500	10.5	6500	9.7	6500	9.6
12	6750	10.9	6750	9.0	6750	10.9	6750	10.2	6750	10.0
13	7000	11.5	7000	9.4	7000	11.5	7000	10.8	7000	10.5
14	7250	12.1	7250	9.9	7250	12.0	7250	11.3	7250	11.2
15	7500	12.8	7500	10.4	7500	12.7	7500	12.0	7500	11.7
16	7584	13.0	7750	11.0	7635	13.0	7647	12.3	7704	12.3
17	7750	13.3	7983	11.6	7750	13.2	7687	12.2	7722	12.2
18	7937	13.7	8000	11.5	7965	13.6	7750	12.4	7750	12.2
19	8000	13.7	8114	11.9	8000	13.6	7839	12.7	8000	12.6
20	8224	14.2	8222	11.6	8156	13.9	8000	12.8	8207	12.8
21	8250	14.1	8250	11.9	8250	14.0	8250	13.1	8250	13.0
22	8500	14.5	8500	12.2	8500	14.4	8500	13.4	8500	13.2
23	8750	14.8	8750	12.4	8750	14.6	8750	13.7	8750	13.5
24	8917	15.0	9000	12.6	9000	14.7	8858	13.9	9000	13.6

25	9000	15.0	9250	12.7	9047	14.8	9000	13.8	9037	13.4
26	9115	15.1	9500	12.8	9250	14.7	9235	13.8	9125	13.7
27	9250	15.0	9750	12.8	9333	14.8	9249	13.9	9250	13.5
28	9368	15.1	9908	12.5	9500	14.7	9250	13.8	9500	13.5
29	9500	14.9	10000	12.9	9605	14.6	9500	13.6	9750	13.6
30	9750	14.8	10250	12.8	9750	14.6	9750	13.6	9780	13.9
31	10000	14.8	10500	12.8	10000	14.6	10000	13.6	10000	13.4
32	10250	14.7	10750	12.8	10250	14.5	10250	13.6	10250	13.5
33	10500	14.6	11000	12.8	10500	14.5	10500	13.5	10500	13.4
34	10750	14.7	11250	13.0	10750	14.3	10750	13.5	10750	13.3
35	11000	14.6	11500	13.0	11000	14.3	11000	13.3	11000	13.2
36	11250	14.2	11529	13.3	11250	13.8	11250	13.0	11250	13.0
37	11500	14.1	11641	13.3	11500	13.6	11500	12.8	11500	12.7

Keterangan :

1. PP = Pertamax plus murni
2. P = Premium murni
3. PE 5% = Premium-ethanol 5%
4. PE 10% = Premium-ethanol 10%
5. PE 15% = Premium-ethanol 15%

**Gambar 4.2** Grafik Perbandingan Daya Dengan Variasi Bahan Bakar Pertamax Plus Murni, Premium Murni, Premium-Ethanol 5%, Premium-Ethanol 10%, dan Premium-Ethanol 15%

Dari data **Table 4.2** dapat dilihat daya optimal yang dihasilkan pada motor Yamaha Scorpio Z 225 CC dengan bahan bakar pertamax plus Murni, premium murni, premium-ethanol 5%, premium-ethanol 10%, dan premium-ethanol 15%. Pertama plus murni mengalami peningkatan daya, daya tertinggi adalah 15,1 (kW) pada putaran mesin 9115 (rpm) dan putaran mesin 9368 (rpm) dan pada premium murni daya 13,3 (kW) dengan putaran 11529 (rpm) dan 11641 (rpm). Sedangkan pada bahan bakar premium-ethanol 5% daya tertingginya 14,8 (kW) pada putaran mesin 9047 (rpm) dan putaran mesin 9333 (rpm), bahan bakar premium-ethanol 10% torsi tertingginya 13,9 (kW) dan putaran mesin 9249 (rpm) sama putaran mesin 8858 (rpm), dan bahan bakar premium-ethanol 15% daya tertingginya 13,9 (kW) dan putaran mesin 9780 (rpm). Dari **Gambar 4.2** terlihat besarnya daya untuk masing-masing pengujian yang paling rendah adalah bahan premium hal ini

disebabkan karena terjadi proses pembakaran yang cepat akibat nilai oktan premium dan menyebabkan bahan bakar cepat terbakar sebelum waktunya sehingga laju kerja mesin yang dihasilkan kurang maksimal. Sedangkan pada pertamax plus murni mengalami penurunan pada saat putaran mesin 4000 (rpm) daya 2,6 (kW) dan selanjutnya mengalami kenaikan diposisi putaran mesin 8224 (rpm) daya 14.2 (kW) yang mengakibatkan pembakaran yang lebih sempurna. Pembakaran yang lebih sempurna akan menghasilkan tekanan yang lebih besar dan torsi yang semakin besar pula.

Dari hasil penelitian terdahulu Margono (2003), Hartono (2007), Apriyanto (2008), dan Sohe (2015) menunjukkan daya pada motor standar yang menggunakan perbandingan bahan bakar premium-ethanol. Hasil yang diperoleh penelitian terdahulu daya yang didapat lebih rendah dibandingkan hasil penelitian di atas, dikarenakan penelitian terdahulu menggunakan motor dengan 110 cc. Perbedaan dengan penelitian di atas pada bahan bakar pertamax plus murni dan pada motor dengan 225 cc maka hasil yang didapat dayanya lebih besar karena kompresi motor yang lebih tinggi walaupun dengan bahan bakar premium-ethanol dan oktan pertamax plus yang tinggi juga berpengaruh terhadap pembakaran yang lebih sempurna sehingga menghasilkan daya yang lebih maksimal.

#### 4.2.3 Data Hasil Pengujian Emisi Gas Buang

Pencemaran udara saat ini sudah sangat mengkhawatirkan, Menurunnya kualitas udara lebih dari 70 % disebabkan oleh emisi gas buang kendaraan bermotor. Emisi gas buang kendaraan yang melebihi ambang batas yang ditentukan akan membahayakan kesehatan dan merusak lingkungan. Bayi, anak anak serta kelompok *sensitif* lainnya merupakan kelompok yang rentan terhadap dampak dari polusi udara. Kandungan CO (karbon monoksida) dan HC (hidro karbon) dan ketebalan asap pada pancaran gas buang. Dibawah ini adalah emisi gas buang standard:

- a) Emisi CO (Carbon monoxide)  
Mesin karburat 1,5- 3,5 %

Catatan: CO makin kecil, bensin makin irit. CO mengenai campuran bensin dengan udara.

b) Emisi HC (Hydro carbon)

Mesin karburator 200 - 400 % ppm

Catatan : HC makin kecil , pembakaran makin sempurna. HC mengenai proses pembakaran yang menyisakan lebih atau sedikit bahan bakar mentah (gas yang tidak terbakar setelah gagal pengapian) yang terbuang.

c) Emisi CO<sub>2</sub> (Carbondioxide)

Mesin karburator 12 - 15 %

Catatan : CO<sub>2</sub> makin tinggi, semakin sempurna pembakaran, makin bagus akselerasinya. CO<sub>2</sub> mengenai efisiensi pembakaran & kinerja mesin. Kalau kadar CO<sub>2</sub> rendah menandakan kerak di blok mesin sudah pekat, harus *overhaul engine*.

reaksi : C<sub>2</sub>H<sub>18</sub> (bensin) + O<sub>2</sub> (udara) >>> CO<sub>2</sub> (gas lemas) + H<sub>2</sub>O (air)

Indikasi knalpot mengeluarkan air, itu berarti kinerja mesin & pembakarannya masih baik.

d) Emisi O<sub>2</sub> (Oxygen)

Mesin Carb 0,5 - 2 %

Catatan : O<sub>2</sub> makin tinggi menandakan knalpot ada masalah, baik itu bocor atau mampet. O<sub>2</sub> mengenai gas buang yg mengindikasikan pembakaran sedikit (*lean combustion*) atau sebaliknya.

e)  $\lambda$  (lambda)

Emisi gas buang sangat tergantung pada perbandingan campuran bahan bakar dengan udara, jadi untuk mengetahui kadar emisi gas buang maka alat uji emisi dilengkapi dengan pengukur nilai  $\lambda$  (lambda) atau AFR (*air fuel ratio*) yang dapat mengindikasikan campuran tersebut. Teori *stoichiometric* menyatakan, untuk membakar 1 gram bensin dengan sempurna diperlukan 14,7 gram oksigen. Dengan kata lain, perbandingan campuran ideal = 14,7 : 1. Perbandingan campuran ini disebut AFR atau



perbandingan udara dan bensin (bahan bakar). Untuk membandingkan antara teori dan kondisi nyata, dirumuskan suatu perhitungan yang disebut dengan istilah lambda ( $\lambda$ ), secara sederhana, dituliskan sebagai berikut :

$$\lambda = 14,7 / 14,7 = 1,0 \text{ Artinya :}$$

$\lambda = 1$ ; berarti campuran ideal

$\lambda > 1$ ; berarti campuran kurus (lebih banyak udara)

$\lambda < 1$ ; berarti campuran kaya (lebih banyak bahan bakar)

Di bawah ini menunjukkan data hasil pengujian pada bahan bakar pertamax plus murni, premium murni, premium-ethanol 5%, premium-ethanol 10%, dan premium-ethanol 15% pada kecepatan 4000, 6000, 8000, dan 9000 (rpm). Menggunakan jenis kendaraan 4 langkah dalam kondisi standar, sebagaimana ditunjukkan sebagai berikut :

#### 1. **Kadar Emisi Gas Buang Karbon Monoksida (CO)**

Pencemaran udara saat ini sudah sangat mengkhawatirkan, Menurunnya kualitas udara lebih dari 70 % disebabkan oleh emisi gas buang kendaraan bermotor. Emisi gas buang kendaraan yang melebihi ambang batas yang ditentukan akan membahayakan kesehatan dan merusak lingkungan. Bayi, anak-anak serta kelompok *sensitif* lainnya merupakan kelompok yang rentan terhadap dampak dari polusi udara. Maka dari itu pengujian emisi gas untuk menentukan kadar CO pada variasi bahan bakar pertamax plus murni, premium murni, campuran premium- ethanol 5%, campuran premium-ethanol 10%, dan campuran premium-ethanol 15% dapat dilihat pada **Table 4.3**.

**Tabel 4.3** Hasil Data Kadar CO Pengujian Emisi Gas buang Dengan Bahan Bakar Pertamax Plus Murni, Premium Murni, Premium-Etanol 5%, Premium-Etanol 10%, dan Premium-Etanol 15%

Emisi Gas Kadar CO					
No	Bahan Bakar	Kecepatan Putar (rpm)			
		4000	6000	8000	9000
1	Pertamax Plus Murni	2.817	0.339	0.158	0.128
2	Premium Murni	4.676	0.724	2.532	1.785

3	Premium - Ethanol 5%	1.920	0.316	0.150	0.1 16
4	Premium - Ethanol 10%	1.104	0.355	0.329	0.4 56
5	Premium - Ethanol 15%	2.003	0.335	0.674	0.4 30

**Gambar 4.3** Hasil Data Kadar CO Pengujian Emisi Gas Buang Dengan Bahan Bakar Pertamina Plus Murni, Premium Murni, Premium-Etanol 5%, Premium-Etanol 10%, dan Premium-Etanol 15%

**Gambar 4.3** Menunjukkan hasil pengujian Emisi Gas Buang yang dilakukan pada bahan bakar Pertamina plus murni, premium murni, premium-ethanol 5%, premium-ethanol 10%, dan premium-ethanol 15. Hasil pengujian yang dilakukan dari hasil standar kadar CO tidak melampaui batas standar pengujian sebesar 1,5% sampai 3,5%, sehingga dapat dinyatakan lulus uji emisi. Pengujian diatas dilakukan dengan menggunakan putaran mesin 4000 (rpm), 6000 (rpm), 8000 (rpm), dan 9000 (rpm). Hasil terbesar yang didapat pada awal putaran mesin 4000 (rpm) dengan variasi bahan bakar Pertamina plus murni sebesar 2,817%, premium murni sebesar 4,676%, premium-ethanol 5% sebesar 1,920%, premium-ethanol 10% sebesar 1,104%, dan premium-ethanol 15 sebesar 2,003%. Pada batasan standard uji emisi CO untuk semua bahan bakar tidak melebihi batas standar. Pada pengujian ini nilai kadar CO layak untuk digunakan dikarenakan semakin kecil CO maka semakin irit bagi kendaraan, sedangkan bagi manusia harus bisa menjaga dalam menghirup batasan kadarnya agar terbebas dari gas CO yang mudah bereaksi didalam tubuh manusia.

## 2. Kadar Emisi Gas Buang Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>)

Pencemaran udara saat ini sudah sangat mengkhawatirkan, menurunnya kualitas udara lebih dari 70 % disebabkan oleh emisi gas buang kendaraan bermotor sehingga membahayakan kesehatan dan merusak lingkungan. Bayi, anak

anak serta kelompok *sensitif* lainnya merupakan kelompok yang rentan terhadap dampak dari polusi udara. Maka dari itu pengujian emisi gas untuk menentukan kadar CO<sub>2</sub> pada variasi bahan bakar pertamax plus murni, premium murni, campuran premium-ethanol 5%, campuran premium-ethanol 10%, dan campuran premium-ethanol 15% dapat di lihat pada **Tabel 4.4**

**Tabel 4.4** Hasil Data kadar CO<sub>2</sub> Pengujian Emisi Gas buang Dengan Bahan Bakar Pertamax Plus Murni, Premium Murni, Premium-Etanol 5%, Premium-Etanol 10%, dan Premium-Etanol 15%

Emisi Gas Buang Kadar CO <sub>2</sub>					
No	Bahan Bakar	Kecepatan Putar (rpm)			
		4000	6000	8000	9000
1	Pertamax Plus Murni	12.30	14.47	13.68	13.78
2	Premium Murni	8.73	13.33	12.97	13.81
3	Premium - Ethanol 5%	12.22	12.76	13.43	12.91
4	Premium - Ethanol 10%	12.72	13.16	13.30	13.23
5	Premium - Ethanol 15%	12.22	12.87	13.32	13.37

**Gambar 4.4** Hasil Data Kadar CO<sub>2</sub> Pengujian Emisi Gas Buang Dengan Bahan Bakar Pertamax Murni, Premium Murni, Premium-Etanol 5%, Premium-Etanol 10%, dan Premium-Etanol 15%

**Gambar 4.4** Menunjukkan hasil pengujian emisi gas buang yang dilakukan pada bahan bakar pertamax plus Murni, premium murni, premium-ethanol 5%, premium-ethanol 10%, dan premium-ethanol 15%. Hasil pengujian yang dilakukan dari hasil standar kadar CO<sub>2</sub> harus diantara batas standar pengujian sebesar 12% sampai 15%, sehingga dapat dinyatakan lulus uji emisi. Pengujian diatas dilakukan dengan menggunakan putaran mesin 4000 (rpm), 6000 (rpm), 8000 (rpm), dan 9000 (rpm). Hasil terbesar yang didapat pada awal putaran mesin

9000 (rpm) dengan variasi bahan bakar premium murni sebesar 13,81%, pertamax plus murni sebesar 13,78%, dan premium-ethanol 15% sebesar 13,37%. Sedangkan pada premium-ethanol 5% sebesar 13,43% dan premium-ethanol 10% sebesar 13,40% dengan putaran mesin 8000 (rpm). Pada batasan standard uji emisi CO<sub>2</sub> untuk semua bahan bakar tidak melebihi atau lebih rendah dari batas standar. Pada pengujian ini nilai kadar CO<sub>2</sub> layak untuk digunakan dikarenakan CO<sub>2</sub> berada diantara batas standar maka semakin sempurna pembakarannya dan makin bagus akselerasinya bagi kendaraan, sedangkan bagi manusia harus bisa menjaga dalam menghirup batasan kadarnya agar terbebas dari gas CO<sub>2</sub> yang mudah bereaksi didalam tubuh manusia.

### 3. Kadar Emisi Gas Buang Hidrokarbon (HC)

Pencemaran udara saat ini sudah sangat mengkhawatirkan, menurunnya kualitas udara lebih dari 70 % disebabkan oleh emisi gas buang kendaraan bermotor. Emisi gas buang kendaraan yang melebihi ambang batas yang ditentukan akan membahayakan kesehatan dan merusak lingkungan. Bayi, anak-anak serta kelompok *sensitif* lainnya merupakan kelompok yang rentan terhadap dampak dari polusi udara. Maka dari itu pengujian emisi gas untuk menentukan kadar HC pada variasi bahan bakar pertamax plus murni, premium murni, campuran premium-ethanol 5%, campuran premium-ethanol 10%, dan campuran premium-ethanol 15% dapat di lihat pada **Tabel 4.5**

**Tabel 4.5** Hasil Data kadar HC Pengujian Emisi Gas buang Dengan Bahan Bakar Pertamax Plus Murni, Premium Murni, Premium-Etanol 5%, Premium-Etanol 10%, dan Premium-Etanol 15%

Emisi Gas Buang HC					
No	Bahan Bakar	Kecepatan Putar (rpm)			
		4000	6000	8000	9000
1	Pertamax Plus Murni	174	83	58	50
2	Premium Murni	364	265	211	154
3	Premium - Ethanol 5%	118	223	52	50
4	Premium - Ethanol 10%	286	180	102	10

					6
5	Premium - Ethanol 15%	477	200	149	111

**Gambar 4.5** Hasil Data HC Pengujian Emisi Gas Buang Dengan Bahan Bakar Pertamax Murni, Premium Murni, Premium-Etanol 5%, Premium-Etanol 10%, dan Premium-Etanol 15%

**Gambar 4.5** Menunjukkan hasil pengujian emisi gas buang yang dilakukan pada bahan bakar pertamax plus murni, premium-etanol 5%, premium-etanol 10%, dan premium-etanol 15. Hasil pengujian yang dilakukan dari hasil standar kadar HC tidak melampaui dari batas standar pengujian sebesar 50 ppm sampai 200 ppm, sehingga dapat dinyatakan lulus uji emisi. Pengujian diatas dilakukan dengan menggunakan putaran mesin 4000 (rpm), 6000 (rpm), 8000 (rpm), dan 9000 (rpm). Hasil terbesar yang didapat pada awal putaran mesin 4000 (rpm) dengan variasi bahan bakar pertamax plus murni sebesar 174 (ppm), premium murni sebesar 364 (ppm), premium-ethanol 10% sebesar 286 (ppm), dan premium-ethanol 15 sebesar 447 (ppm). Sedangkan pada premium-ethanol 5% sebesar 223 (ppm) dengan putaran mesin 6000 (rpm). Pada batasan standard uji emisi HC hanya bahan bakar pertamax plus murni karena tidak melebihi dari batas standar. Pada pengujian ini nilai kadar HC layak untuk digunakan jika semakin kecil HC maka semakin sempurna pembakarannya bagi kendaraan dikarenakan proses pembakaran (gas yang tidak terbakar setelah gagal pengapian) yang terbuang, sedangkan bagi manusia harus bisa menjaga dalam menghirup batasan kadarnya agar terbebas dari gas HC yang mudah bereaksi didalam tubuh manusia.

#### 4. **Kadar Emisi Gas Buang Oksigen (O<sub>2</sub>)**

Pencemaran udara saat ini sudah sangat mengkhawatirkan, Menurunnya kualitas udara lebih dari 70 % disebabkan oleh emisi gas buang kendaraan bermotor. Emisi gas buang kendaraan yang melebihi ambang batas yang ditentukan akan membahayakan kesehatan dan merusak lingkungan. Bayi, anak anak serta kelompok *sensitif* lainnya merupakan kelompok yang rentan terhadap dampak dari polusi udara. Maka dari itu pengujian emisi gas untuk menentukan

kadar O<sub>2</sub> pada variasi bahan bakar pertamax plus murni, premium murni, campuran premium-ethanol 5%, campuran premium-ethanol 10%, dan campuran premium-ethanol 15% dapat di lihat pada **Tabel 4.6**

**Tabel 4.6** Hasil Data O<sub>2</sub> Pengujian Emisi Gas buang Dengan Bahan Bakar Pertamax Murni, Premium Murni, Premium-Etanol 5%, Premium-Etanol 10%, dan Premium-Etanol 15%

Emisi Gas Buang Kadar O <sub>2</sub>					
No	Bahan Bakar	Kecepatan Putar (rpm)			
		4000	6000	8000	9000
1	Pertamax Plus Murni	0.45	0.63	1.86	1.70
2	Premium Murni	1.78	1.11	0.42	0.47
3	Premium - Ethanol 5%	1.20	2.32	1.58	2.12
4	Premium - Ethanol 10%	1.48	1.35	0.94	1.20
5	Premium - Ethanol 15%	1.38	1.84	1.16	1.04

**Gambar 4.6** Hasil Data O<sub>2</sub> Pengujian Emisi Gas Buang Dengan Bahan Bakar Pertamax Murni, Premium Murni, Premium-Etanol 5%, Premium-Etanol 10%, dan Premium-Etanol 15%

**Gambar 4.6** Menunjukkan hasil pengujian emisi gas buang yang dilakukan pada bahan bakar pertamax plus murni, premium murni, premium-ethanol 5%, premium-ethanol 10%, dan premium-ethanol 15. Hasil pengujian yang dilakukan dari hasil standar kadar O<sub>2</sub> tidak melampaui batas standar pengujian sebesar 0,5% sampai 2%, sehingga dapat dinyatakan lulus uji emisi. Pengujian diatas dilakukan dengan menggunakan putaran mesin 4000 (rpm), 6000 (rpm), 8000 (rpm), dan 9000 (rpm). Hasil terbesar yang didapat pada awal putaran mesin 4000 (rpm) dengan variasi bahan bakar pertamax plus murni sebesar 0,45%, premium-ethanol 10% sebesar 1,48%, dan premium murni sebesar 1,78%.

Sedangkan pada premium-ethanol 5% sebesar 2,32% dan premium-ethanol 15% sebesar 1,84% dengan putaran mesin 6000 (rpm). Pada batasan standard uji emisi O<sub>2</sub> untuk semua bahan bakar tidak melebihi batas standar kecuali premium-ethanol 5%. Pada pengujian ini nilai kadar O<sub>2</sub> layak untuk digunakan dikarenakan semakin tinggi O<sub>2</sub> maka makin tinggi menandakan knalpot ada masalah, baik itu bocor atau buntu bagi kendaraan, sedangkan bagi manusia harus bisa menjaga dalam menghirup batasan kadarnya agar terbebas dari gas O<sub>2</sub> yang mudah bereaksi didalam tubuh manusia.

### 5. Kadar Emisi Gas Buang Lambda ( $\lambda$ )

Pencemaran udara saat ini sudah sangat mengkhawatirkan, Menurunnya kualitas Udara lebih dari 70 % disebabkan oleh emisi gas buang kendaraan bermotor. Emisi gas buang kendaraan yang melebihi ambang batas yang ditentukan akan membahayakan kesehatan dan merusak lingkungan. Bayi, anak-anak serta kelompok *sensitif* lainnya merupakan kelompok yang rentan terhadap dampak dari polusi udara. Maka dari itu pengujian emisi gas untuk menentukan kadar  $\lambda$  pada variasi bahan bakar pertamax plus murni, premium murni, campuran premium-ethanol 5%, campuran premium-ethanol 10%, dan campuran premium-ethanol 15% dapat di lihat pada **Tabel 4.7**.

**Tabel 4.7** Hasil Data  $\lambda$  Pengujian Emisi Gas buang Dengan Bahan Bakar Pertamax Murni, Premium Murni Premium-Etanol 5%, Premium-Etanol 10%, dan Premium-Etanol 15%

Emisi Gas Kadar $\lambda$					
No	Bahan Bakar	Kecepatan Putar (rpm)			
		4000	6000	8000	9000
1	Pertamax Plus Murni	0.945	1.015	1.084	1.077
2	Premium Murni	0.957	1.038	0.936	0.963
3	Premium - Ethanol 5%	0.998	1.100	1.077	1.105
4	Premium - Ethanol 10%	1.025	1.050	1.027	1.068
5	Premium - Ethanol 15%	0.982	1.022	1.029	1.032

**Gambar 4.7** Hasil Data  $\lambda$  Pengujian Emisi Gas Buang Dengan Bahan Bakar Pertamax Murni, Premium Murni, Premium-Etanol 5%, Premium-Etanol 10%, dan Premium-Etanol 15%

**Gambar 4.7** Menunjukkan hasil pengujian emisi gas buang yang dilakukan pada bahan bakar pertamax plus Murni, premium murni, premium-ethanol 5%, premium-ethanol 10%, dan premium-ethanol 15. Hasil pengujian yang dilakukan dari hasil standar kadar  $\lambda$  tidak melampaui atau dibawah batas standar pengujian sebesar 1, sehingga dapat dinyatakan lulus uji emisi. Pengujian diatas dilakukan dengan menggunakan putaran mesin 4000 (rpm), 6000 (rpm), 8000 (rpm), dan 9000 (rpm). Hasil yang didapat dengan variasi bahan bakar pertamax plus murni, premium murni, premium-ethanol 5%, premium-ethanol 10% sebesar, dan premium-ethanol 15% merupakan campuran yang ideal. Pada pengujian ini nilai kadar  $\lambda$  masih merupakan campuran bahan bakar dengan udara yang ideal bagi kendaraan dikarenakan masih memiliki nilai  $\lambda=1$ , sedangkan bagi manusia harus bisa menjaga dalam menghirup batasan kadarnya agar terbebas dari gas  $\lambda$  yang mudah bereaksi didalam tubuh manusia.

#### 4.2.4 Konsumsi Bahan Bakar (KBB)

##### 1. Hasil Nilai $mf$

Konsumsi bahan bakar ( $mf$ ) menunjukkan data hasil pengujian dan perhitungan konsumsi bahan bakar dengan putaran mesin (rpm) 5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10000 serta menggunakan bahan bakar pertamax plus murni, premium murni, premium-ethanol 5%, premium-ethanol 10%, dan premium-ethanol 15% dapat dilihat dari **Table 4.8**.

**Tabel 4.8** Hasil Pengujian Konsumsi Bahan Bakar ( $mf$ )

No	Putaran (rpm)	Konsumsi Bahan Bakar ( $mf$ )				
		Pertamax Plus Murni	Premium Murni	Premium-Ethanol 5%	Premium-Ethanol 10%	Premium-Ethanol 15%
1	5000	0.779	0.863	0.623	0.605	0.596
2	6000	0.834	0.957	0.681	0.677	0.661



<b>3</b>	7000	0.896	0.997	0.788	0.731	0.761
<b>4</b>	8000	0.960	1.056	0.956	0.879	0.885
<b>5</b>	9000	1.084	1.194	1.026	0.966	1.016
<b>6</b>	10000	1.109	1.338	1.149	1.140	1.165

**Gambar 4.8** Hasil Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar *mf*

**Gambar 4.8** Menunjukkan nilai konsumsi bahan bakar (*mf*) terendah didapat pada bahan bakar premium-ethanol 15% pada putaran 5000 (rpm). Penambahan ethanol juga dapat meningkatkan nilai oktan, juga mengakibatkan pengapian yang sempurna sehingga mesin tidak membutuhkan bahan bakar terlalu banyak untuk memenuhi kebutuhannya. Untuk konsumsi bahan bakar premium-ethanol 5%, premium-ethanol 10%, premium-ethanol 15% akan mengalami penurunan pada putaran mesin 5000 (rpm) ketika menggunakan bahan bakar premium-ethanol 15% menjadi 0,596 kg/jam dibandingkan dengan Premium-Ethanol 10% pada putaran mesin 5000 (rpm) sebesar 0,605 kg/jam, sedangkan premium-ethanol 5% mengalami peningkatan pada putaran mesin 5000 (rpm) sebesar 0,623 kg/jam. Hal ini dikarenakan pemasukan bahan bakar pada ruang bakar yang tidak sempurna. Sedangkan pada putaran mesin tinggi konsumsi bahan bakar meningkat akibat adanya pengaruh nilai oktan dapat dilihat pada konsumsi bahan bakar premium-ethanol 5%, premium-ethanol 10%, premium-ethanol 15% mengalami peningkatan yang tinggi pada putaran mesin rendah sampai mencapai putaran mesin tinggi dikarenakan konsumsi bahan bakar (*mf*) terlalu banyak untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar mengakibatkan pengapian yang tidak sempurna.

## 2. Hasil Nilai SFC

Konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) menunjukkan data hasil pengujian dan perhitungan konsumsi bahan bakar dengan putaran mesin (rpm) 5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10000 serta menggunakan bahan bakar pertamax

plus murni, premium murni, premium-ethanol 5%, premium-ethanol 10%, dan premium-ethanol 15% dapat dilihat dari **Table 4.9**.

**Tabel 4.9** Hasil Pengujian Bahan Bakar Spesifik (SFC)

No	Putaran (rpm)	Konsumsi Bahan Bakar (SFC)				
		Pertamax Plus Murni	Premium Murni	Premium-Ethanol 5%	Premium-Ethanol 10%	Premium-Ethanol 15%
1	5000	0.107		0.085	0.089	0.091
2	6000	0.089	0.130	0.072	0.079	0.076
3	7000	0.078	0.108	0.069	0.068	0.071
4	8000	0.070	0.094	0.070	0.069	0.070
5	9000	0.070	0.098	0.070	0.071	0.074
6	10000	0.075	0.108	0.078	0.083	0.086

**Gambar 4.9** Hasil Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (SFC)

**Gambar 4.9** menunjukkan pada putaran mesin 5000 (rpm) sampai putaran mesin 7000 (rpm) konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) campuran premium-ethanol 5%, premium-ethanol 10%, dan premium-ethanol 15% lebih rendah. Pada putaran mesin 9000 (rpm) sampai 10000 (rpm) mengalami peningkatan yang tinggi dan melebihi dari bahan bakar lainnya pertamax plus murni dan premium murni akan tetapi yang mengalami kerendahan pada putaran mesin 8000 (rpm) pada campuran bahan bakar pertamax plus murni. Perbandingan SFC juga tidak jauh berbeda pada putaran rendah hingga putaran menengah. Pada grafik SFC

awal tinggi karena pada awal motor dijalankan daya dan putaran mesin masih rendah, sehingga diperlukan bahan bakar spesifik lebih banyak untuk melakukan kerja. Setelah putaran motor dinaikkan daya yang diperlukan meningkat sehingga SFC menurun. Peningkatan SFC akan semakin besar karena adanya penurunan daya pada putaran tinggi.