

BAB IV

DATA DAN PERHITUNGAN

4.1 Analisis Data

4.1.1 Data Hasil Pengujian

Data-data yang didapat dari pengujian adalah :

Jenis Pengujian	: Pengaruh variasi diameter <i>catalytic converter</i> pada pipa gas buang
Bukaan throttle	: 26%
Temperatur bola kering	: 27 ⁰ C
Tekanan udara saat pengujian	: 714 mmHg
Kelembaban udara	: %
Volume bahan bakar	: 30 ml

Tabel 4.1 Data hasil pengujian tanpa perlakuan

No	Beban Pengereman (F)	Putaran (n)	Tekanan (P1-P2)	Konsumsi Baban Bakar (Fc)	Waktu (t)
	Kg	rpm	mmH2O	Kg/jam	detik
1	23	1300	11	4,046	22,29
2	23	1300	11	4,044	22,3
3	22	1300	11	4,081	22,1
4	23,5	1500	14	4,749	18,99
5	23,5	1500	14	4,721	19,1
6	23,5	1500	13	4,675	19,29
7	24	1700	16,5	5,406	16,68
8	24	1700	16,5	5,472	16,48
9	24,5	1700	16,5	5,505	16,38
10	14,5	1900	21	4,395	20,52
11	14	1900	21	4,445	20,29
12	14	1900	21	4,380	20,59
13	4	2100	26	3,060	29,47
14	4	2100	26	3,060	29,47
15	4	2100	26	3,050	29,57

Tabel 4.2 Data hasil pengujian diamter 100 mm

No	Beban Pengereman (F)	Putaran (n)	Tekanan (P1-P2)	Konsumsi Baban Bakar (Fc)	Waktu (t)
	Kg	rpm	mmH2O	Kg/jam	detik
1	23	1300	11	4,627	19,49
2	23	1300	11	4,651	19,39
3	23	1300	11	4,651	19,39
4	23,5	1500	14	5,216	17,29
5	23,5	1500	14	5,219	17,28
6	23,5	1500	14	5,264	17,13
7	23,5	1700	16,5	5,377	16,77
8	23,5	1700	16,5	5,410	16,67
9	23,5	1700	17	5,406	16,68
10	12,5	1900	21,5	4,564	19,76
11	12,25	1900	21	4,543	19,85
12	12	1900	21	4,525	19,93
13	4	2100	26	3,060	29,47
14	3,5	2100	26,5	3,090	29,18
15	3,5	2100	27	2,963	30,44

Tabel 4.3 Data hasil pengujian diameter 115 mm

No	Beban Pengereman (F)	Putaran (n)	Tekanan (P1-P2)	Konsumsi Baban Bakar (Fc)	Waktu (t)
	Kg	rpm	mmH2O	Kg/jam	detik
1	24	1300	11	4,171	21,62
2	24,5	1300	11	4,154	21,71
3	24,5	1300	11	4,250	21,22
4	25	1500	13	4,794	18,81
5	25	1500	14	4,898	18,41
6	25	1500	13,5	4,797	18,8
7	25,5	1700	17	5,740	15,71
8	25,5	1700	18	5,781	15,6
9	26	1700	17	5,429	16,61
10	25,5	1900	21	4,928	18,3
11	25	1900	22	4,914	18,35
12	25	1900	21	4,789	18,83
13	11,5	2100	26	3,909	23,07
14	11	2100	26	3,892	23,17
15	10,5	2100	26,5	3,892	23,17

Tabel 4.4 Data hasil pengujian diameter 130

No	Beban Pengereman (F)	Putaran (n)	Tekanan (P1-P2)	Konsumsi Bahan Bakar (Fc)	Waktu (t)
	Kg	rpm	mmH2O	Kg/jam	detik
1	23	1300	11	4,248	21,23
2	23	1300	11	4,270	21,12
3	23,5	1300	11	4,254	21,2
4	23,5	1500	14	4,922	18,32
5	24	1500	14	4,896	18,42
6	24	1500	14	4,846	18,61
7	24,5	1700	16,5	5,605	16,09
8	25	1700	17,5	5,848	15,42
9	24	1700	17	5,601	16,1
10	24	1900	21	4,977	18,12
11	24	1900	21	4,988	18,08
12	24,5	1900	21	4,917	18,34
13	9,5	2100	26	3,751	24,04
14	9	2100	26	3,693	24,42
15	9	2100	26	3,691	24,43

4.1.2 Pengolahan Data

Data dari hasil pengujian dapat dilakukan pengolahan data. Sebagai contoh perhitungan diambil data pertama dari pengujian tanpa perlakuan (tabel 4.1) no.1, adapun data tersebut adalah sebagai berikut:

Putaran (n) : 1300 rpm
 Beban pengereman (F) : 23 kg
 Panjang lengan dynamomete : 0,358 m
 Waktu konsumsi bahan bakar : 22,29 detik

Perhitungan data :

1.Torsi (T)

$$T = F \cdot L$$

$$T = 23 \cdot 0,358$$

$$T = 8,23 \text{ kg.m}$$

2.Daya efektif (Ne)

$$Ne = \frac{T \cdot n}{716,2}$$

$$= \frac{8.23.1300}{716,2}$$

$$= 14,95 \text{ PS}$$

3. Konsumsi bahan bakar (FC)

$$FC = \frac{b}{t} \cdot \gamma_t \cdot \frac{3600}{1000}$$

$$= \frac{(30) \cdot (0,7356) \cdot (3600)}{(22,29) \cdot (1000)}$$

$$= 4,046 \text{ kg/jam}$$

4. Konsumsi bahan bakar spesifik efektif

$$SFCE = \frac{FC}{Ne}$$

$$= \frac{4,046}{14,95}$$

$$= 0,271 \text{ kg/ps.jam}$$

5. Efisiensi termal efektif (η_e)

$$\eta_e = \frac{632}{SFCE \cdot LHV_{bb}} \times 100\%$$

$$= \frac{632}{(0,271)(11000)} \times 100\%$$

$$= 22,24 \%$$

Dengan perhitungan yang sama akan diperoleh nilai torsi, daya efektif, konsumsi bahan bakar spesifik efektif, dan efisiensi termal efektif seperti ditunjukkan pada lampiran 2 dan kemudian didapatkan grafik 4.1 sampai dengan 4.7.

4.1.3 Analisis Statistik

Berdasarkan data-data yang diperoleh dari hasil pengujian dilakukan analisis varian dua arah untuk mengetahui pengaruh dari variasi putaran (faktor α) dan variasi diameter *catalytic converter* (faktor β) serta pengaruh interaksi antar keduanya (faktor $\alpha\beta$) terhadap unjuk kerja motor diesel empat langkah. Analisis statistik dilakukan dengan bantuan program *Microsoft Excel* .

Adapun hipotesis dari penulisan ini adalah sebagai berikut :

1. $H_0^1: \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_i$ (tidak ada pengaruh putaran terhadap unjuk kerja motor diesel empat langkah)

H_1^1 : paling sedikit satu $\alpha_i \neq 0$ (ada pengaruh putaran terhadap unjuk kerja motor diesel empat langkah)

2. $H_0^2: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_j$ (tidak ada pengaruh diameter *catalytic converter* terhadap unjuk kerja motor diesel empat langkah)

H_1^2 : paling sedikit satu $\beta_j \neq 0$ (ada pengaruh diameter *catalytic converter* terhadap unjuk kerja motor diesel empat langkah)

3. $H_0^3: (\alpha\beta)_{11} = (\alpha\beta)_{12} = \dots = (\alpha\beta)_{ij}$ (tidak ada pengaruh putaran dan diameter *catalytic converter* terhadap unjuk kerja motor diesel empat langkah)

H_1^3 : paling sedikit satu $(\alpha\beta)_{ij} \neq 0$ (ada pengaruh putaran dan diameter *catalytic converter* terhadap unjuk kerja motor diesel empat langkah)

Tabel 4.5 Data keragaman torsi

Putaran (rpm)	Pengulangan	Torsi				Σ baris
		Standar	100	115	130	
1300	1	8,234	8,234	8,592	8,234	33,294
	2	8,234	8,234	8,771	8,234	33,473
	3	7,876	8,234	8,771	8,413	33,294
	Σ	24,344	24,702	26,134	24,881	100,061
1500	1	8,413	8,413	8,95	8,413	34,189
	2	8,413	8,413	8,95	8,592	34,368
	3	8,413	8,413	8,95	8,592	34,368
	Σ	25,239	25,239	26,85	25,597	102,925
1700	1	8,592	8,413	9,129	8,771	34,905
	2	8,592	8,413	9,129	8,95	35,084
	3	8,771	8,413	9,308	8,592	35,084
	Σ	25,955	25,239	27,566	26,313	105,073
1900	1	6,981	6,623	9,129	8,592	31,325
	2	6,802	6,5335	8,95	8,592	30,8775
	3	6,802	6,444	8,95	8,771	30,967
	Σ	20,585	19,6005	27,029	25,955	93,1695
2100	1	2,506	1,79	4,117	3,401	11,814
	2	2,506	1,969	3,938	3,222	11,635
	3	2,506	1,969	3,759	3,222	11,456
	Σ	7,518	5,728	11,814	9,845	34,905
Σ kolom		103,641	100,5085	119,393	112,591	436,1335

Dari tabel 4.5 maka dapat dilakukan perhitungan untuk analisis varian untuk torsi sebagai berikut:

➤ Faktor koreksi (FK) :

$$\begin{aligned} \text{FK} &= \frac{\left[\sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \sum_{k=1}^n Y_{ijk} \right]^2}{rcn} \\ &= \frac{436,1335}{5.4.3} \\ &= 3170,2072 \end{aligned}$$

➤ Jumlah Kuadrat total :

$$\begin{aligned} \text{JKT} &= \{(8,234)^2 + (8,234)^2 + \dots + (3,222)^2\} - \text{FK} \\ &= 3485,7484 - 3170,2072 \\ &= 315,54124 \end{aligned}$$

➤ Jumlah Kuadrat variable A (putaran) :

$$\begin{aligned} \text{JKA} &= \frac{\{(100,061)^2 + (102,925)^2 + (105,073)^2 + (93,1695)^2 + (34,905)^2\}}{cn} - \text{FK} \\ &= \frac{3184,989}{15} - 3170,2072 \\ &= 14,781982 \end{aligned}$$

➤ Jumlah Kuadrat Variable B (derajat) :

$$\begin{aligned} \text{JKB} &= \frac{\{(103,641)^2 + (100,5085)^2 + (119,393)^2 + (112,591)^2\}}{rn} - \text{FK} \\ &= \frac{3462,084}{4.3} - 3170,2072 \\ &= 291,87696 \end{aligned}$$

➤ Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP) :

$$\begin{aligned} \text{JKP} &= \frac{\sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c T_{ij}^2}{n} - \text{FK} \\ &= \frac{\{(24,344)^2 + (24,702)^2 + \dots + (9,845)^2\}}{3} - 3170,2072 \end{aligned}$$

$$= 3485,305 - 3170,2072$$

$$= 315,098$$

- Jumlah kuadrat pengaruh interaksi A dan B (JKI)

$$JKI = JK_{\text{Perlakuan}} - JKA - JKB$$

$$= 315,098 - 14,781982 - 291,87696$$

$$= 8,4390654$$

- Jumlah Kuadrat Galat (JKG)

$$JKG = JKT - JKA - JKB - JKI$$

$$= 315,54124 - 14,781982 - 291,87696 - 8,4390654$$

$$= 0,4432338$$

Nilai varian dari masing-masing perlakuan sebagai berikut :

- Kuadrat Tengah pengaruh A (S_A^2)

$$S_A^2 = \frac{JKA}{r-1}$$

$$= \frac{14,781982}{4-1}$$

$$= 4,927$$

- Kuadrat Tengah pengaruh B (S_B^2)

$$S_B^2 = \frac{JKB}{c-1}$$

$$= \frac{291,87696}{5-1}$$

$$= 72,969$$

- Kuadrat Tengah pengaruh interaksi A dan B (S_I^2)

$$S_I^2 = \frac{JKI}{(r-1)(c-1)}$$

$$= \frac{0,275}{(5-1)(3-1)}$$

$$= 0,703$$

- Kuadrat Tengah Galat (S^2)

$$\begin{aligned} S^2 &= \frac{JKG}{rc(n-1)} \\ &= \frac{0.027}{5.3(3-1)} \\ &= 0,011 \end{aligned}$$

Nilai F hitung dari masing-masing sumber keragaman sebagai berikut:

- F_{hitung} pengaruh A

$$\begin{aligned} F_{A \text{ hitung}} &= \frac{S_A^2}{S^2} \\ &= \frac{4,927}{0.011} \\ &= 444,671 \end{aligned}$$

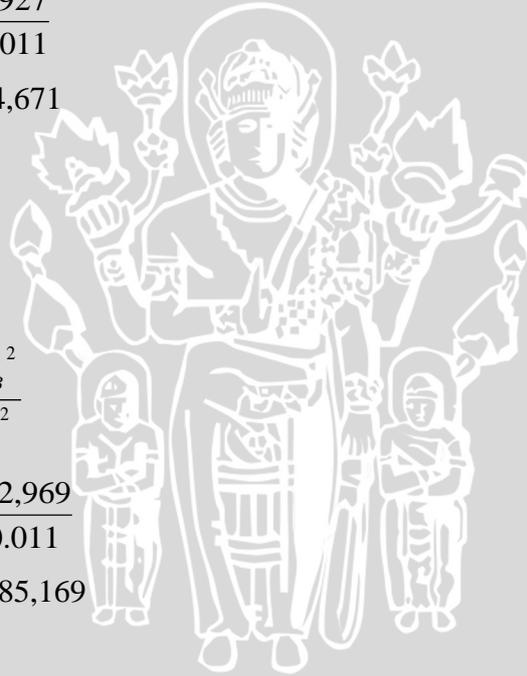
- F_{hitung} pengaruh B

$$\begin{aligned} F_{B \text{ hitung}} &= \frac{S_B^2}{S^2} \\ &= \frac{72,969}{0.011} \\ &= 6.585,169 \end{aligned}$$

- F_{hitung} pengaruh A dan B

$$\begin{aligned} F_{AB \text{ hitung}} &= \frac{S_I^2}{S^2} \\ &= \frac{0,703}{0.011} \\ &= 63,466 \end{aligned}$$

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



4.1.3.1 Analisis Varian untuk Torsi

Analisis ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh putaran, variasi diameter *catalytic converter* dan interaksi antara putaran dengan variasi diameter *catalytic converter* terhadap torsi motor bakar diesel empat langkah. Dari perhitungan statistik didapatkan tabel analisis varian untuk torsi sebagai berikut :

Tabel 4.6 Analisis Varian Dua Arah Torsi

Sumber varian	JK	Db	KT	F _{hitung}	F _{α,5%}
Putaran	291,877	4	72,969	6.585,169	2,69
Diameter	14,782	3	4,927	444,671	3,32
Interaksi	8,439	12	0,703	63,466	2,27
Error	0,443	40	0,011		
Total	315,541	59			

Dari tabel anova diatas terlihat bahwa masing-masing nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$. Hal ini berarti bahwa H_{01} , H_{02} , H_{03} ditolak dan H_{11} , H_{12} , H_{13} diterima. Artinya bahwa putaran, variasi diameter *catalytic converter* dan interaksi antara putaran dengan variasi diameter *catalytic converter* mempunyai pengaruh yang nyata dan berbeda terhadap torsi motor bakar diesel empat langkah dengan tingkat keyakinan 95%.

4.1.3.2 Analisis Varian untuk Daya Efektif

Analisis ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh putaran, variasi diameter *catalytic converter* dan interaksi antara putaran dengan variasi diameter *catalytic converter* terhadap daya efektif motor bakar diesel empat langkah. Berdasarkan perhitungan statistik didapatkan tabel anova untuk daya efektif sebagai berikut :

Tabel 4.7 Analisis Varian Dua Arah Daya Efektif

Sumber varian	JK	Db	KT	F _{hitung}	F _{α,5%}
Putaran	1231,573	4	307,893	4.737,378	2,69
Diameter	99,785	3	33,262	511,781	3,32
Interaksi	69,530	12	5,794	89,152	2,27
Error	2,600	40	0,065		
Total	1403,488	59			

Dari tabel anova diatas terlihat bahwa masing-masing nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$. Hal ini berarti bahwa H_{01} , H_{02} , H_{03} ditolak dan H_{11} , H_{12} , H_{13} diterima. Artinya bahwa putaran,

variasi diameter *catalytic converter* dan interaksi antara putaran dengan variasi diameter *catalytic converter* mempunyai pengaruh yang nyata dan berbeda terhadap daya efektif motor bakar diesel empat langkah dengan tingkat keyakinan 95%.

4.1.3.3 Analisis Varian untuk Konsumsi Bahan Bakar Spesifik Efektif

Analisis ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh putaran, variasi diameter *catalytic converter* dan interaksi antara putaran dengan variasi diameter *catalytic converter* terhadap konsumsi bahan bakar spesifik efektif motor bakar diesel empat langkah. Berdasarkan perhitungan statistik didapatkan tabel anova untuk konsumsi bahan bakar spesifik efektif sebagai berikut :

Tabel 4.8 Analisis Varian Dua Arah Konsumsi Bahan Bakar Spesifik Efektif

Sumber varian	JK	Db	KT	F _{hitung}	F _{α,5%}
Putaran	0,255	4	0,064	668,135	2,69
Diameter	0,041	3	0,014	143,121	3,32
Interaksi	0,041	12	0,003	35,760	2,27
Error	0,004	40	0,0001		
Total	0,341	59			

Dari tabel anova diatas terlihat bahwa masing-masing nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$. Hal ini berarti bahwa H_{01} , H_{02} , H_{03} ditolak dan H_{11} , H_{12} , H_{13} diterima. Artinya bahwa putaran, variasi diameter *catalytic converter* dan interaksi antara putaran dengan variasi diameter *catalytic converter* mempunyai pengaruh yang nyata dan berbeda terhadap daya efektif motor bakar diesel empat langkah dengan tingkat keyakinan 95%.

4.1.3.4 Analisis Varian untuk Efisiensi Termal Efektif

Analisis ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh putaran, variasi diameter *catalytic converter* dan interaksi antara putaran dengan variasi diameter *catalytic converter* terhadap efisiensi termal efektif motor bakar diesel empat langkah. Berdasarkan perhitungan statistik didapatkan tabel anova untuk daya efektif sebagai berikut :

Tabel 4.9 Analisis Varian Dua Arah Efisiensi Termal Efektif

Sumber varian	JK	Db	KT	F _{hitung}	F _{α,5%}
Putaran	838,967	4	209,742	1.017,140	2,69
Diameter	131,189	3	43,730	212,067	3,32
Interaksi	53,072	12	4,423	21,448	2,27
Error	8,248	40	0,206		
Total	1031,476	59			

Dari tabel anova diatas terlihat bahwa masing-masing nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$. Hal ini berarti bahwa H_{01} , H_{02} , H_{03} ditolak dan H_{11} , H_{12} , H_{13} diterima. Artinya bahwa putaran, variasi diameter *catalytic converter* dan interaksi antara putaran dengan variasi diameter *catalytic converter* mempunyai pengaruh yang nyata dan berbeda terhadap efisiensi termal efektif motor bakar diesel empat langkah dengan tingkat keyakinan 95%.

4.1.3.5 Analisis Varian untuk Ketebalan Asap

Analisis ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh putaran, variasi diameter *catalytic converter* dan interaksi antara putaran dengan variasi diameter *catalytic converter* terhadap persentase ketebalan asap motor bakar diesel empat langkah. Berdasarkan perhitungan statistik didapatkan tabel anova untuk daya efektif sebagai berikut :

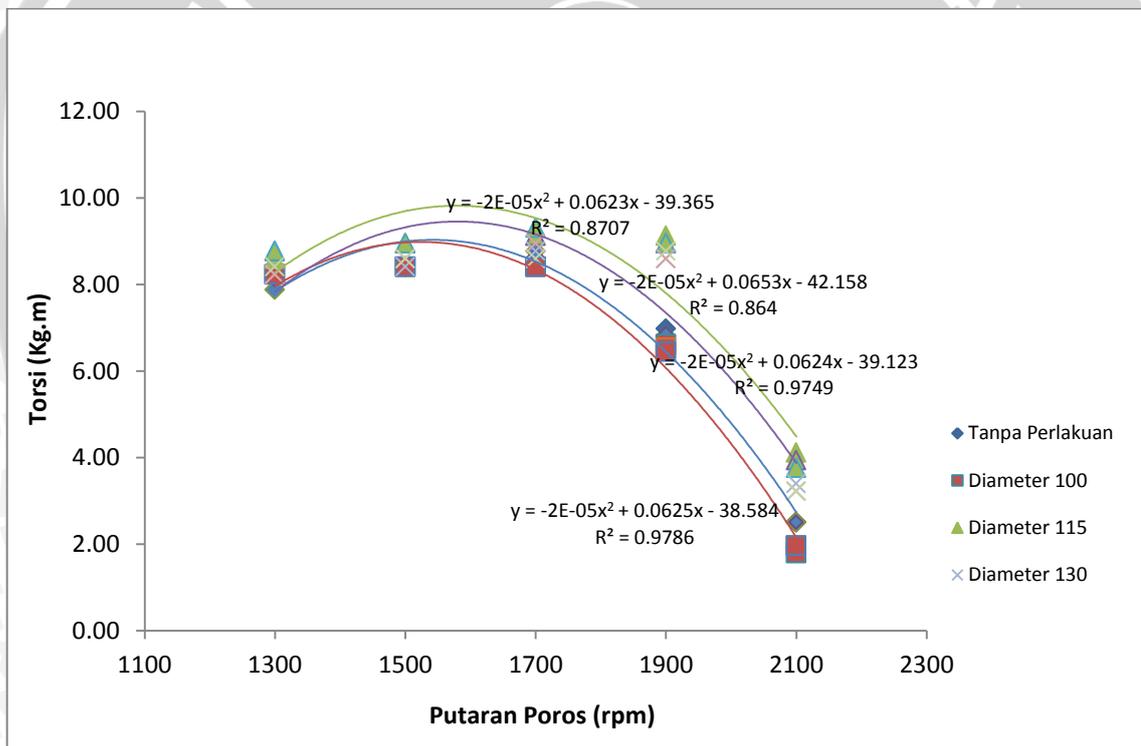
Sumber varian	JK	Db	KT	F _{hitung}	F _{α,5%}
Putaran	66,732	4	16,683	17,713	2,69
Diameter	156,850	3	52,283	55,512	3,32
Interaksi	59,494	12	4,958	5,264	2,27
Error	37,673	40	0,942		
Total	320,750	59			

Dari tabel anova diatas terlihat bahwa masing-masing nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$. Hal ini berarti bahwa H_{01} , H_{02} , H_{03} ditolak dan H_{11} , H_{12} , H_{13} diterima. Artinya bahwa putaran, variasi diameter *catalytic converter* dan interaksi antara putaran dengan variasi diameter *catalytic converter* mempunyai pengaruh yang nyata dan berbeda terhadap efisiensi termal efektif motor bakar diesel empat langkah dengan tingkat keyakinan 95%.

4.2 Pembahasan

Berdasarkan hasil perhitungan data pengujian dengan variasi putaran maka didapatkan parameter-parameter yang berhubungan dengan variasi putaran tersebut. Untuk mempermudah dalam menganalisa hasil perhitungan maka data hasil perhitungan tersebut digambarkan dalam bentuk grafik. Adapun analisa grafik hubungan antara putaran dengan unjuk kerja motor diesel empat langkah dengan parameter torsi, daya efektif, konsumsi bahan bakar spesifik efektif, efisiensi termal efektif, dan ketebalan asap. Dimana pada grafik akan tampak pengaruh dari pemasangan *active carbon catalytic converter*.

4.2.1 Hubungan antara Putaran dengan Torsi pada berbagai Diameter *Catalytic Converter*



Gambar 4.1 : Grafik hubungan antara putaran dengan torsi pada berbagai variasi diameter *catalytic converter*

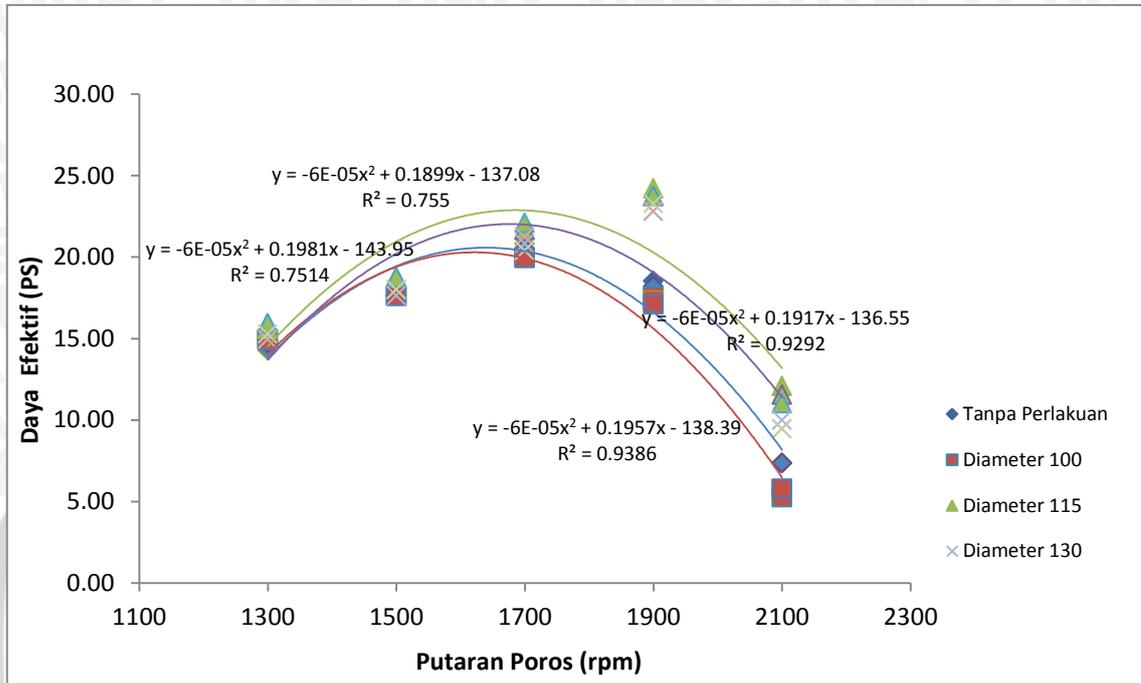
Torsi merupakan momen putar yang dihasilkan oleh poros mesin. Hasil dari pengolahan data antara hubungan putaran poros dengan torsi ditunjukkan pada gambar 4.1. Dimana terlihat bahwa dengan pemasangan *active carbon catalytic converter* maka torsi yang dihasilkan akan meningkat.

Dari hasil pengolahan data yang digambarkan pada grafik 4.1 juga menunjukkan pada rpm yang tetap dengan variasi diameter diperoleh nilai torsi yang meningkat, bahwa mesin dengan pemasangan *catalytic converter* dengan diameter 115 mm pada *exhaust pipe* memiliki nilai torsi yang paling besar yaitu 9,31 Kg.m, diikuti oleh mesin dengan variasi diameter 130 mm memiliki nilai torsi sebesar 8,95 Kg.m, tanpa pemasangan *catalytic converter* memiliki nilai torsi sebesar 8,77 Kg.m, dan diameter 100 mm dengan nilai torsi sebesar 8,41 Kg.m.

Hal ini dikarenakan dengan pemasangan *catalytic converter* pada *exhaust pipe*, kerugian dari dalam silinder akibat keluarnya fluida kerja gas hasil pembakaran pada proses *blowdown* dapat dikurangi dengan terjadinya kenaikan tekanan gas buang pada *exhaust*, karena gas hasil pembakaran tersebut seharusnya digunakan untuk mendorong torak menuju titik mati bawah (TMB) untuk menyelesaikan langkah kerja, sehingga torsi yang dihasilkan lebih besar pada kondisi mesin dengan pemasangan *catalytic converter*. Selain itu dengan pemasangan *catalytic converter* dapat menahan campuran bahan bakar dengan udara yang keluar ke atmosfer saat *valve overlap*, dimana karena adanya kenaikan tekanan pada *exhaust*, fluida kerja tersebut tidak keluar terlalu banyak dan akhirnya dapat digunakan pembakaran di ruang silinder yang nantinya akan menyebabkan gaya dorong pada torak menjadi lebih besar sehingga torsi pun meningkat.

Jadi dengan pemasangan *active carbon catalytic converter* maka didapatkan peningkatan torsi dengan nilai paling tinggi pada variasi diameter 115 mm yaitu sebesar 9,31 Kg.m.

4.2.2 Hubungan antara Putaran dengan Daya Efektif pada berbagai Variasi Diameter *Catalytic Converter*



Gambar 4.2 : Grafik hubungan antara putaran dengan daya efektif pada berbagai variasi diameter *catalytic converter*

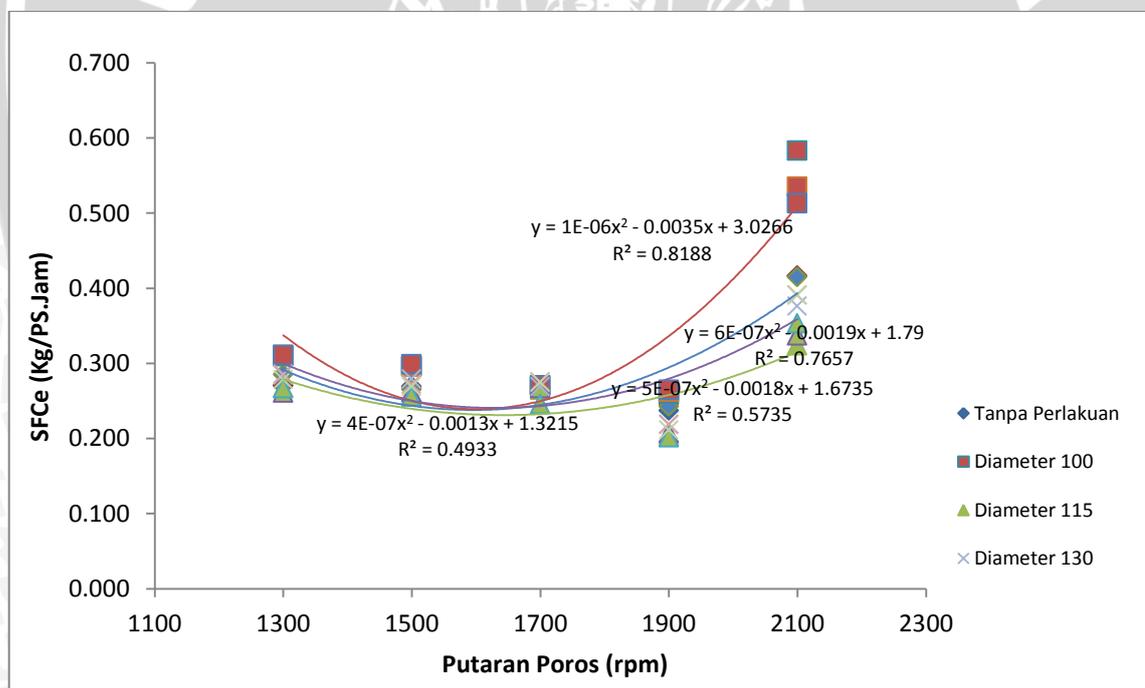
Daya efektif merupakan daya yang dihasilkan oleh poros engkol untuk menggerakkan beban. Hasil dari pengolahan data antara hubungan putaran poros dengan daya efektif ditunjukkan pada gambar 4.2. Dimana terlihat bahwa dengan pemasangan *active carbon catalytic converter* maka daya efektif yang dihasilkan akan meningkat.

Dari hasil pengolahan data yang digambarkan pada grafik 4.2 dapat dilihat bahwa pada rpm yang tetap dengan variasi diameter diperoleh peningkatan daya efektif yaitu pada mesin dengan pemasangan *catalytic converter* dengan variasi diameter 115 mm mempunyai daya efektif yang lebih tinggi daripada dengan diameter 130, 100 mm dan tanpa pemasangan *catalytic converter*. Daya maksimal yang dicapai pada pemasangan *catalytic converter* dengan variasi diameter 115 mm yaitu dengan daya maksimum 24,22 PS pada putaran 1900 rpm. Kemudian diikuti oleh kondisi mesin dengan variasi diameter 130 sebesar 23,27 PS pada putaran 1900 rpm, tanpa pemasangan *catalytic converter* sebesar 20,82 pada putaran 1700 rpm, dan variasi 100

mm dengan daya maksimum 19,97 PS pada putaran 1700 rpm. Hal ini disebabkan karena *catalytic converter* dapat berfungsi dengan baik untuk menahan campuran bahan bakar dan udara yang keluar atmosfer pada saat *valve overlap*, dimana fluida kerja tersebut tidak keluar terlalu banyak dan akhirnya dapat digunakan untuk pembakaran di ruang silinder yang nantinya akan menyebabkan gaya dorong pada torak menjadi lebih besar sehingga daya efektifnya pun juga meningkat. Semakin besar putaran diperkirakan gas buang yang dihasilkan pun juga besar sehingga daya yang digunakan untuk menggerakkan poros engkol meningkat.

Jadi dengan pemasangan *active carbon catalytic converter* maka didapatkan peningkatan daya efektif dengan nilai paling tinggi pada variasi diameter 115 mm yaitu sebesar 24,22 PS.

4.2.3 Hubungan antara Putaran dengan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik Efektif pada berbagai Variasi Diameter *Catalytic Converter*



Gambar 4.3 : Grafik hubungan antara putaran dengan konsumsi bahan bakar spesifik efektif pada berbagai variasi diameter calytic converter

Konsumsi bahan bakar spesifik efektif (SFCE) adalah banyaknya bahan bakar yang digunakan untuk menghasilkan daya efektif tiap jamnya sehingga konsumsi bahan

bakar spesifik efektif ini dapat digunakan untuk mengukur tingkat keekonomisan dari mesin, semakin rendah nilai SFCE maka mesin tersebut semakin ekonomis.

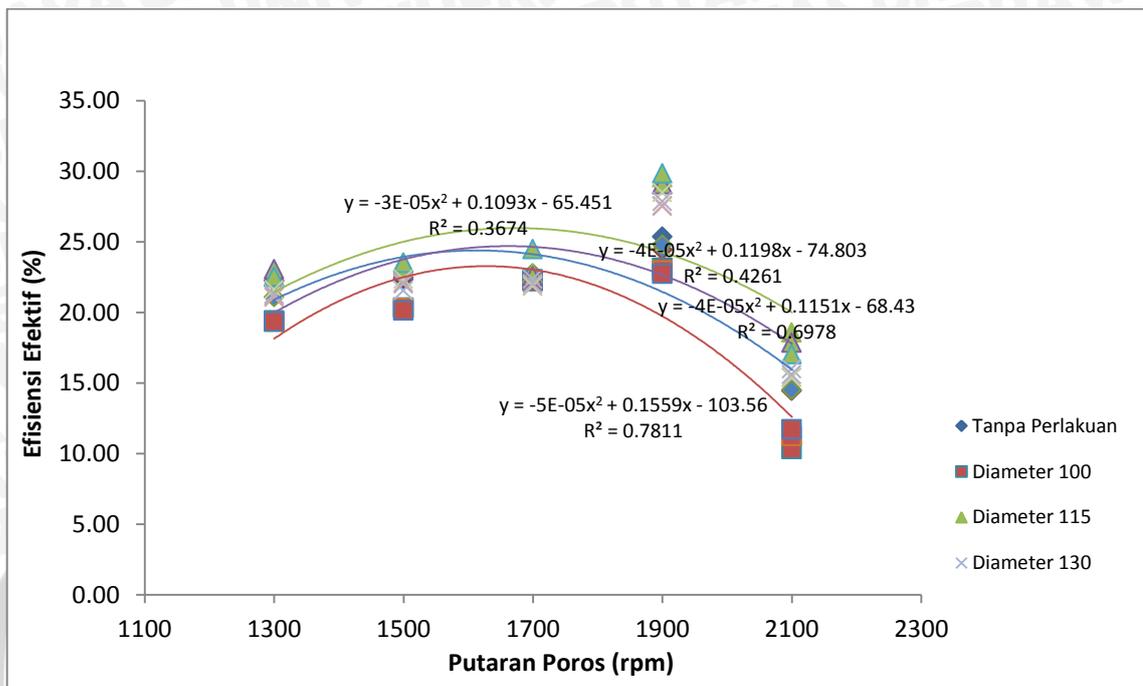
Hasil dari pengolahan data hubungan antara putaran poros dengan konsumsi bahan bakar spesifik efektif ditunjukkan pada grafik 4.3 diatas. Dapat dilihat bahwa dengan pemasangan *active carbon catalytic converter* nilai konsumsi bahan bakar spesifik efektif menjadi lebih ekonomis.

Dari hasil pengolahan data yang ditunjukkan oleh grafik 4.3 dapat dilihat bahwa pada rpm yang tetap dengan variasi diameter diperoleh nilai konsumsi bahan bakar spesifik efektif yang ekonomis.

Pemasangan *catalytic converter* dengan diameter 100 mm memiliki nilai SFCE paling besar diantara yang lain yaitu sebesar 0,583 Kg/PS.Jam, diikuti dengan tanpa pemasangan *catalytic converter* sebesar 0,416 Kg/PS.Jam, kemudian variasi diameter 130 mm dengan nilai sebesar 0,391 Kg/PS.Jam, dan variasi diameter 115 mm dengan nilai sebesar 0,353 Kg/PS.Jam. Hal ini menunjukkan bahwa dengan penggunaan *catalytic converter* berdiameter 100 mm tidak ekonomis yang disebabkan daya yang dihasilkan lebih kecil daripada daya yang dihasilkan dengan penggunaan *catalytic converter* pada variasi diameter yang lain dan tanpa penggunaan *catalytic converter*. Sedangkan penggunaan *catalytic converter* berdiameter 115 mm memiliki nilai SFCE yang paling kecil diantara jenis bahan bakar yang lain, hal ini menunjukkan bahwa dengan penggunaan *catalytic converter* berdiameter 115 mm memiliki nilai ekonomis yang paling tinggi, karena daya yang dihasilkan paling besar dengan konsumsi bahan bakar yang hampir sama dengan jenis variasi yang lain.

Jadi dengan pemasangan *active carbon catalytic converter* maka didapatkan nilai konsumsi bahan bakar spesifik efektif yang ekonomis pada variasi diameter 115 mm yaitu sebesar 0,353 Kg/PS.Jam.

4.2.4 Hubungan antara Putaran dengan Efisiensi Termal Efektif pada berbagai Variasi Diameter *Catalytic Converter*



Gambar 4.4 : Grafik hubungan antara putaran dengan efisiensi termal efektif pada berbagai variasi diameter *catalytic converter*

Efisiensi termal efektif merupakan perbandingan antara kalor yang dirubah menjadi daya efektif dengan kalor yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar. Efisiensi termal efektif merupakan suatu ukuran untuk mengetahui ekonomis atau tidaknya dalam pemakaian bahan bakar. Seberapa efisien bahan bakar yang dapat dikonversi menjadi daya efektif poros. Nilai dari efisiensi termal efektif juga berbanding terbalik dengan nilai konsumsi bahan bakar spesifik.

Hasil pengolahan data hubungan antara putaran poros dengan efisiensi efektif ditunjukkan grafik 4.4. Dimana dapat dilihat bahwa pada rpm yang tetap dengan variasi diameter diperoleh nilai efisiensi efektif yang meningkat.

Dengan pemasangan *active carbon catalytic converter* nilai efisiensi efektifnya lebih tinggi dari pada tanpa pemasangan *active carbon catalytic converter*. *Catalytic converter* dengan diameter 115 mm memiliki nilai efisiensi yang paling tinggi yaitu sebesar 29,84 %, kemudian variasi diameter 130 mm dengan nilai 28,48 %, diikuti

tanpa perlakuan dengan nilai 25,36 %, dan variasi diameter 100 mm yang memiliki nilai efisiensi terendah yaitu 23,17 %.

Hal ini dikarenakan SFCE pada mesin dengan pemasangan *catalytic converter* lebih rendah atau daya yang dihasilkan lebih besar untuk konsumsi bahan bakar yang lebih sedikit. Hubungan antara SFCE, daya efektif, dan konsumsi bahan bakar terhadap efisiensi termal efektif secara teoritis adalah:

$$\eta_e = \frac{632.N_e}{FC.Q_1} \cdot 100\% = \frac{632}{FC/N_e \cdot Q_1} \cdot 100\% = \frac{632}{SFCE \cdot Q_1} \cdot 100\%$$

Dengan :

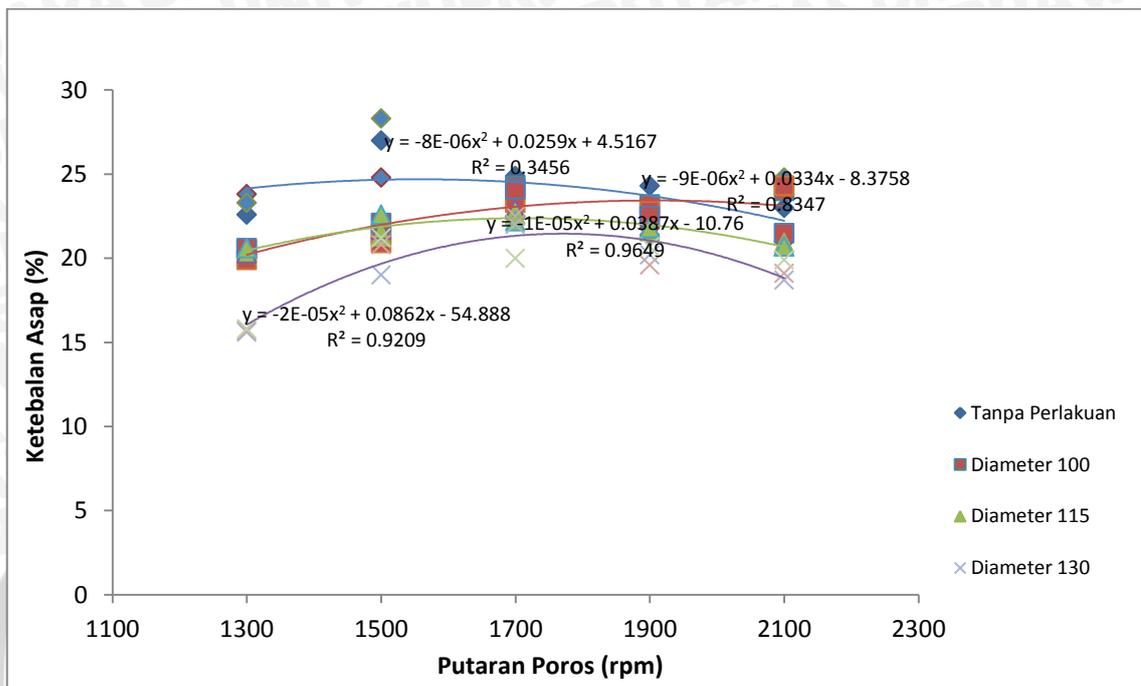
η_e = efisiensi termal efektif (%)

Q_1 = nilai kalor bawah bahan bakar (kcal/kg)

Selain itu meningkatnya efisiensi termal efektif disebabkan oleh berkurangnya kerugian mengalirnya campuran udara dan bahan bakar baru dari proses penghisapan akibat adanya *valve overlap*. Dimana campuran baru yang terbuang ke *exhaust* pada saat *valve overlap* dapat tertahan oleh peningkatan tekanan di *exhaust*, sehingga jumlah bahan bakar yang dapat dibakar pada proses pembakaran lebih banyak. Semakin tinggi putaran maka nilai efisiensi termal efektifnya menjadi semakin menurun hal ini disebabkan karena semakin tinggi putaran kerugian mekanis yang ditimbulkan oleh gesekan piston dan dinding piston semakin tinggi yang menyebabkan daya efektif yang dihasilkan juga semakin turun. Semakin tinggi putaran, campuran bahan bakar dan udara yang masuk ke dalam ruang silinder semakin kecil yang disebabkan mekanisme buka tutup katup masuk yang semakin cepat sehingga kalor yang dihasilkan pada proses pembakaran semakin kecil dan daya efektifnya juga semakin kecil. Serta semakin tinggi putaran pembakaran yang terjadi adalah pembakaran cepat sehingga energi yang dilepaskan dari pembakaran tidak optimal sehingga efisiensi termal semakin menurun.

Jadi dengan pemasangan *active carbon catalytic converter* maka didapatkan peningkatan efisiensi efektif dengan nilai paling tinggi pada variasi diameter 115 mm yaitu sebesar 29,84 %.

4.2.5 Hubungan antara Putaran dengan Emisi Gas Buang pada berbagai Variasi Diameter Catalytic Converter



Gambar 4.5 : Grafik hubungan antara putaran dengan Emisi Gas Buang pada berbagai variasi diameter *catalytic converter*

Hasil pengolahan data hubungan antara putaran dengan ketebalan asap ditunjukkan pada grafik 4.5. Dimana dari hasil pengolahan data terlihat bahwa pada rpm tetap dengan variasi diameter diperoleh nilai ketebalan asap semakin menurun.

Catalytic converter berdiameter 130 mm memiliki tingkat ketebalan asap yang paling rendah yaitu 15,6 %, diikuti variasi diameter 100 mm dengan nilai 19,9 %, kemudian variasi diameter 115 mm dengan nilai 20,3 %, dan tanpa perlakuan yang memiliki nilai ketebalan asap yang paling tinggi yaitu 21 %.

Pada pengujian nilai ketebalan asap tertinggi adalah tanpa penggunaan *catalytic converter*. Hal ini disebabkan karena pada saat *valve overlap* dan *exhaust blowdown*, banyak campuran udara dan bahan bakar yang keluar atmosfer karena tekanan di *exhaust* yang rendah sehingga pembakaran tidak dapat berlangsung secara sempurna dan menghasilkan ketebalan asap yang tinggi.

Sedangkan dengan penggunaan *catalytic converter* dengan variasi diameter 100, 115, dan 130 mm memiliki ketebalan asap yang lebih rendah dibandingkan dengan tanpa penghalang karena dengan penggunaan *catalytic converter* maka *losses* yang

terjadi pada *valve overlap* dan *exhaust blowdown* menurun sehingga pembakaran yang terjadi lebih sempurna.

Jadi dengan pemasangan *active carbon catalytic converter* maka didapatkan nilai ketebalan asap paling rendah pada variasi diameter 130 mm pada putaran 1300 rpm yaitu sebesar 15,6 %.

