

ANALISA PERFORMA ENGINE ESEMKA 1.5 i

Yopi Handoyo¹⁾

¹⁾Program Studi Teknik Mesin, Universitas Islam 45 Bekasi

Email : handoyoyopi@yahoo.com

ABSTRAK

Engine Esemka adalah engine petrol atau motor bensin, komponen utamanya adalah System bahan bakar (*Fuel System*), System Pengapian (*Ignition System*) dan System Mekanikal (*Mecanical System*). Pada sistem Mekanikal terdiri dari; Mekanisme Valve, Mekanisme Piston dan Mekanisme Poros Engkol. Efisiensi pada suatu motor terdiri dari efisiensi volumetris, thermis, pembakaran, dan mekanis. Produsen kendaraan berupaya untuk mempertinggi efisiensi tersebut dengan penambahan komponen, peningkatan kualitas komponen, peningkatan hasil pekerjaan mesin (*Machining process*) dan modifikasi lainnya. Salah satu yang lagi trend saat ini adalah inovasi pada Engine ESEMKA 1500 cc. Bahkan hingga saat ini mobil esemka menurut informasi akan dijadikan mobil nasional karena tidak kalah saing dengan produk mobil luar negeri.

Kata kunci : Performa, siklus Otto, mobil esemka

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Mobil Esemka merupakan program terencana dan berkelanjutan, dari berdirinya Solo Tecno Park (STP). Institusi ini merupakan wadah pematangan skill lulusan SMK di semua jurusan. Termasuk tentunya Jurusan Otomotif. Keberadaan Solo Tecno Park jelas untuk mendorong sekaligus menjadi daya dukung pencapaian target Solo sebagai Kota Vokasi. Solo Tecno Park sendiri diresmikan pada 19 Mei 2009.

Solo Tecno Park sendiri diposisikan sebagai pusat vokasi dan inovasi teknologi, pusat riset teknologi terapan di kota Surakarta, yang dibangun sinergi antara dunia pendidikan, bisnis, dan pemerintahan (*the triple helix model innovation*). Saat ini Solo Tecno Park memberikan layanan pendidikan bidang industri, inkubator bisnis dan teknologi, jasa produksi serta penelitian dan pengembangan teknologi untuk meningkatkan kualitas daya manusia, meningkatkan daya saing dan kinerja dunia usaha dan dunia industri, meningkatkan pertumbuhan ekonomi daerah, serta memperluas lapangan pekerjaan melalui pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan.

Saat ini mobil esemka menjadi trend setelah Jokowi Walikota Solo memakai mobil esemka sebagai mobil dinas. Namun mobil dengan nama esemka rajawali ini belum resmi sebagai mobil dinas karena belum ada ijin dari pemerintah. Bahkan hingga saat ini mobil esemka menurut informasi akan di jadikan mobil nasional karena tidak kalah saing dengan produk mobil luar negeri.

1.2. Batasan Masalah

Pada penelitian ini membatasi masalah pada :
Analisis performa engine pada kendaraan ESEMKA 1.5 i

1.3. Tujuan Penelitian

- 1) Untuk menghasilkan analisis performa mesin pada kendaraan mesin pada kendaraan ESEMKA 1.5 i
- 2) Untuk perkembangan ilmu pengetahuan teknologi khususnya dibidang mesin otomotif.

2.2. Tinjauan Pustaka

2.1. Teori Dasar Motor Bakar Torak

Motor bakar torak merupakan salah satu mesin pembangkit tenaga yang mengubah energi panas (*energi termal*) menjadi energi mekanik melalui proses pembakaran yang terjadi dalam ruang bakar sehingga menghasilkan energi mekanik berupa gerakan translasi piston (*connecting rods*) menjadi gerak rotasi poros engkol yang untuk selanjutnya di teruskan ke sistem transmisi roda gigi kemudian di teruskan ke roda penggerak sehingga kendaraan dapat berjalan.

Menurut siklus kerja ideal, motor bakar torak terbagi menjadi tiga yakni motor bensin (*otto*) atau yang lebih umum *spark ignition engines (SIE)*, motor diesel atau yang lebih umum *compression ignition engines (CIE)*, dan siklus gabungan. Sedangkan menurut langkah yang di tempuh dalam menghasilkan tenaga, maka motor bakar torak terbagi menjadi motor bakar dua langkah (*two strokes engines*) dan motor bakar empat langkah (*four strokes engines*). [Arismunandar. Wiranto. 1988].

Salah satu yang membedakan antara motor bensin dan motor diesel adalah bahan bakarnya, motor bensin seperti halnya namanya menggunakan bensin (premium) sebagai bahan bakarnya. Sedangkan motor diesel menggunakan bahan bakar solar. Selain pada motor bensin terdapat karburator dan busi, sebelum masuk ke dalam silinder, bensin di campur udara pada karburator, jadi karburator adalah untuk mengkondisikan

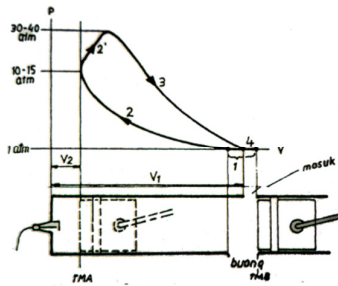
(mengkabutkam) campuran bensin dan udara agar biasa terbakar dalam ruang bakar. Untuk selanjutnya campuran tersebut akan terbakar dalam ruang bakar melalui percikan api dan busi (*ignition spark*). [Arismunandar, Wiranto, 1988],

Sedangkan motor , yang tidak menggunakan karburator dan busi, bahan bakar dan udara masuk ke dalam ruang bakar tidak secara bersamaan, pada proses hisap yang masuk hanyalah udara, sedangkan bahan bakar masuk saat kompresi, sehingga campuran tersebut akan terbakar dengan menggunakan kenaikan tekanan melalu proses kompresi yang melebihi titik nyala dan bahan bakar tersebut, sehingga terjadilah proses pembakaran. [Arismunandar, Wiranto.1988].

Motor bakar dua langkah adalah jenis motor bakar yang menghasilkan tenaga dengan dua kali langkah piston atau satu kali putaran poros engkol, sedangkan motor bakar empat langkah, untuk menghasilkan tenaga memerlukan empat langkah piston atau dua langkah putaran poros engkol. [Arismunandar, Wiranto.1988].

2.2 Siklus 2 langkah dan 4 langkah Motor Bensin

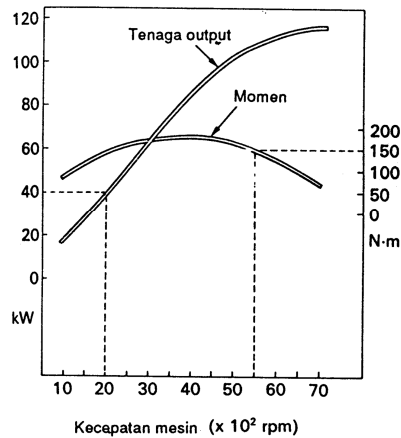
Motor bensin bekerja dengan gerakan torak bolak balik (bergerak naik turun pada motor tegak). Motor bensin bekerja menurut prinsip 4 langkah (tak) dan 2 langkah(tak).



Gambar 2.1 : Diagram indicator motor bakar 2 langkah

2.3. Performa motor bakar bensin

Ber macam macam performa dibutuhkan oleh engine. Masing masing performa berhubungan secara komplek satu sama lainnya, hal inilah yang akan berpengaruh terhadap kendaraan. Sejalan dengan perjalanan waktu, performa yang lebih penting telah berubah. Bagaimanapun juga output power adalah merupakan salah satu komponen yang terpenting karena tujuan dibuatnya engine adalah untuk mendapatkan power pada kendaraan. Secara konvensional untuk mengoperasikan sebuah engine dibutuhkan bahan bakar. Akhir akhir ini dengan meningkatkan efisiensi engine akan didapatkan juga efisiensi bahan bakar dan output yang dihasilkan lebih baik.



Gambar 2.2 : Kurva Daya Mesin
(Training Support & Development)

Engine adalah alat yang merubah energi panas menjadi energi gerak. Yang dipengaruhi oleh tiga faktor utama yaitu *fuel consumption* mengindikasikan berapa banyak bahan bakar yang terbakar, *torque* mengindikasikan berapa banyak tenaga yang dihasilkan dan *power* yang mengindikasikan berapa banyak kerja yang dihasilkan tiap waktu.

Pada dasarnya, bagian terpenting dari performa engine adalah output (power). Konsep ini ditemukan oleh *James Watts* seorang yang merancang steam engine di England. untuk membandingkan dynamic

performances dari beberapa steam engines, horse power dipakai untuk memompa air pada pertambangan coal mine, satu horse power adalah 550 ft· lbf/s. dirubah kedalam sistim metrik akan menjadi 75 kg· m/s. ini adalah tenaga untuk mengangkat beban seberat 75kg setinggi 1 m dalam 1 detik. satuan dari Horsepower, ditunjukkan dengan HP in abbreviation, atau PS Pferdestarke dari Germany, dalam satuan sistem SI, digunakan satuan W (watt), 1 PS kira kira 735.4 W. Sehingga ,100 PS adalah 73.5 kW, 100 kW adalah 136 PS. [*Training Support & Development*]

2.4. Daya Indikator (W_i)

Merupakan daya yang dihasilkan dalam silinder motor sehingga merupakan basis perhitungan atau penentuan efisiensi pembakaran atau besarnya laju panas akibat pembakaran di dalam silinder.

$$W_i = \frac{W_{net} \cdot xN}{n}$$

Dimana :

W_i = daya indikasi (kW)

N = putaran mesin (rad/menit)

n = jumlah putaran dalam satu siklus, untuk empat tak $n = 2$ (putaran/siklus)

(Willard W.Pilkrabek, *Engineering*

Fundamentals of Internal Combustion, Prentice hall, hal 51)

2.5. Daya Poros (W_b)

Daya yang dihasilkan suatu mesin pada poros keluarannya disebut sebagai daya poros (*brake house power*) yang dihitung berdasarkan rumusan:

$$W_b = 2\pi xN x \tau$$

Dimana :

W_b = daya poros (kW)

N = putaran mesin (rad/menit)

τ = torsi (Nm)

(Willard W.Pilkrabek, *Engineering*

Fundamentals of Internal Combustion, Prentice hall, hal 51)

Seperti yang telah diketahui, dari sejumlah gaya yang dihasilkan mesin, maka sebagian darinya untuk mengatasi gesekan/friksi antara bagian-bagian mesin yang bergerak, sebagian lagi dipakai untuk mengisap udara dan bahan bakar serta mengeluarkannya dalam bentuk gas buang.

2.6. Efisiensi termal

Efisiensi thermal suatu mesin didefinisikan sebagai perbandingan antara energi keluaran dan energy kimia yang masuk yang terkandung bahan bakar dalam bahan bakar yang dihisap ke dalam ruang bakar. Efisiensi termal sesuai defenisinya merupakan parameter untuk mengukur efisiensi bahan bakar.

$$\eta_{th} = 1 - \frac{1}{\epsilon^{\gamma-1}}$$

Dimana :

η_{th} = efisiensi termal

Untuk Motor Bensin , besar factor γ adalah 1,35 atau 1,4

(Willard W.Pilkrabek, *Engineering*

Fundamentals of Internal Combustion, Prentice hall, hal 76)

2.7. Efisiensi mekanis

Besarnya kerugian daya diperhitungkan dalam efisiensi mekanis yang dirumuskan sebagai berikut:

$$\eta_m = W_b / W_i$$

Dimana :

η_m = efisiensi mekanis

(Willard W.Pilkrabek, *Engineering*

Fundamentals of Internal Combustion, Prentice hall, hal 64)

2.8. Efisiensi volumetric

Efisiensi ini didefinisikan sebagai perbandingan antara masa udara yang masuk karena dihisap torak pada langkah hisap dan masa udara pada tekanan dan temperature atmosfer yang dapat dihisap masuk kedalam satuan yang sama.

$$\eta_v = m_a / (\rho_a / V_d)$$

Dimana :

η_v = efisiensi volumetric

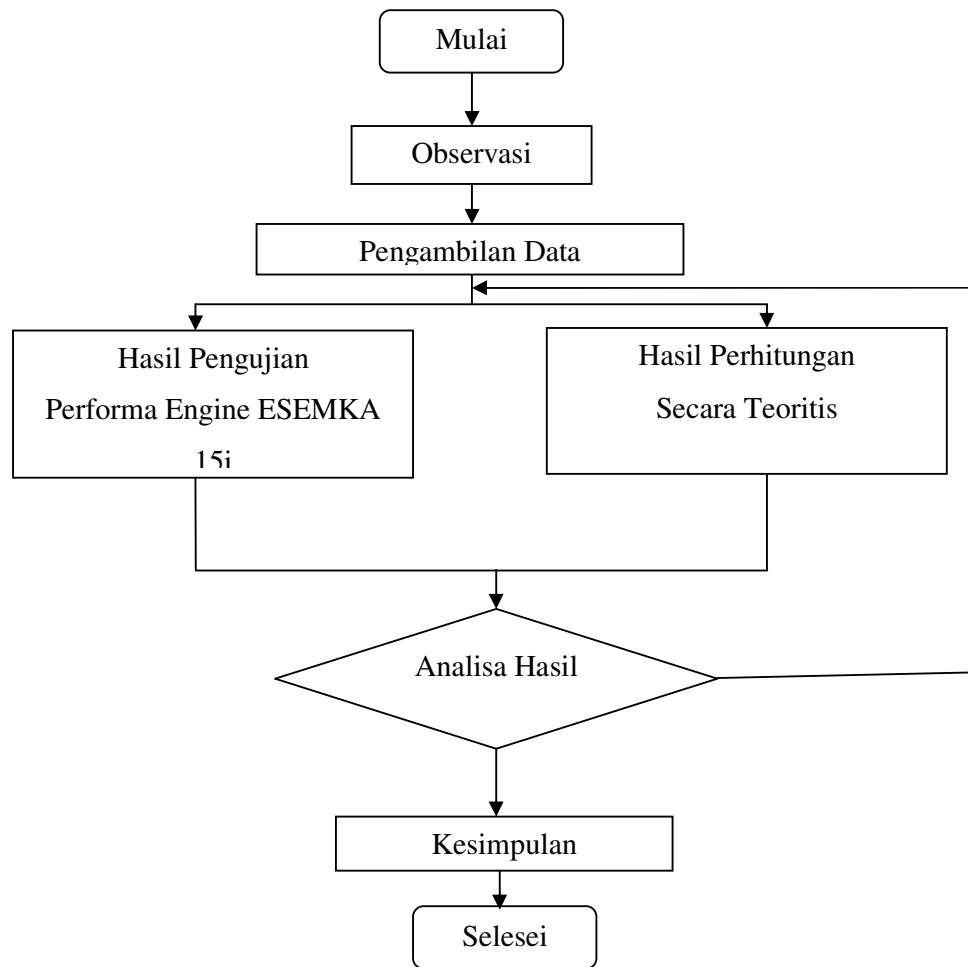
ρ_a = masa jenis udara (kg/m^3)

(Willard W.Pilkrabek, *Engineering*

Fundamentals of Internal Combustion, Prentice hall, hal 60)

3. Metode Penelitian

3.1. Tahapan Penelitian



Gambar 3.1 : Flow chat penelitian

3.2. Pengambilan Data

Data yang dipergunakan dalam penelitian ini merupakan data yang diperoleh langsung dari pengukuran dan pembacaan pada unit instrumentasi dan alat ukur pada masing-masing pengujian.

3.3.1 Media dan alat Penelitian

Peralatan uji utama meliputi :

- Mobil ESEMKA 15i
- Bangku uji (*chassis dynamometer - CD*),

- c. Sistem *Constant Volume Sampler* (CVS) serta
- d. Analyzer untuk mengukur gas buang
- e. *Driver aid* sebagai panduan siklus kerja uji
- f. System ventilasi dan autotest guna memonitor kondisi lingkungan kerja.

3.3. Metode Uji

Pengujian emisi kendaraan bermotor untuk Mobil ESEMKA 15 i dilakukan dengan metode UN ECE R-83 (euro 2). Adapun proses pengujian tersebut dilakukan dengan beberapa tahapan seperti disampaikan dibawah ini:

- a. Terlebih dahulu dilakukan pengkondisian (*pre conditioning*) kendaraan pada temperatur ruang 25°C (+/- 5°C)
- b. Soaking (di diamkan) pada ruang pengkondisian selama 6 – 8 jam
- c. Test Utama
 - Persiapan fasilitas uji (*analyzer dan dynamometer casis*)
 - Warm up dynometer, dan kompensasi friksi pada dynometer
 - Pemasangan dan pengencangan kendaraan pada dynometer
 - Maffler kendaraan dihubungkan dengan system sampling gas buang (CVS)
 - Pengujian dengan mengikuti siklus uji R 83

Pada saat pengujian, perlakuannya sebagaimana kondisi di jalan dimana saat kendaraan melaju harus melawan gaya hambat baik berupa inersia, friksi jalan maupun hambatan angin. Hambatan-hambatan tersebut dalam pengujian skala laboratorium disimulasikan oleh *Casis Dynamometer*. Selain melakukan kompensasi friksi, *Casis Dynamometer* juga digunakan sebagai alat ukur jarak tempuh.

Dari pengujian dengan prosedur diatas diperoleh beberapa data seperti konsentrasi emisi gas terdilusi, konsentrasi gas udara pendilusi, volume total gas yang mengalir melalui CVS, jarak tempuh, dan kondisi udara lingkungan *Pressure* (P), *Temperature* [T], *Relative Humidity* [RH]). Keseluruhan data tersebut selanjutnya diolah untuk mendapatkan emisi dan konsumsi bahan bakar.

Hasil uji emisi kendaraan Rajawali (engine ESEMKA 15i) dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 3.1 : Hasil uji Emisi ESEMKA 15i

Tanggal Uji	Inersia/ beban (kg)	CO	HC	NO _x	HC+NO _x	CO ₂	FE	Limit		Ket
		(g/km)	(g/km)	(g/km)	(g/km)	(g/km)	(km/L)	CO	HC+ NO _x	
02/08/2012	1360	1,544	0,617	0,050	0,600	208,73	-	4,0	0,6	Lulus Euro 2

(Sumber : BPPT-BTMP Puspitek, Serpong)

Tabel 3.2 pengukuran torsi pada Engine ESEMKA 1.5i

RPM	RPS	Nm	G/1000	Metric Hp	KW
1000	16.667	99.75	0.00980665	16.30	12.16
1500	25.000	105.90	0.00980665	25.96	19.36
2000	33.333	108.95	0.00980665	35.62	26.55
2500	41.667	125.45	0.00980665	51.26	38.22
3000	50.000	120.15	0.00980665	58.91	43.93
3500	58.333	119.90	0.00980665	68.59	51.14
4000	66.667	124.25	0.00980665	81.23	60.57
4500	75.000	123.55	0.00980665	90.87	67.75
5000	83.333	120.60	0.00980665	98.56	73.48
5500	91.667	117.00	0.00980665	105.18	78.42
6000	100.000	104.85	0.00980665	102.82	76.66
6500	108.333	92.70	0.00980665	98.48	73.43
7000	116.667	80.55	0.00980665	92.15	68.71

(Sumber : PT.Solo Manufaktur Kreasi)

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Parameter Performansi Mesin

Tekanan efektif rata-rata

Didefinisikan sebagai suatu tekanan yang dibayangkan bekerja pada permukaan piston pada langkah kerja, sehingga dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$mep = W_{net} / V_d$$

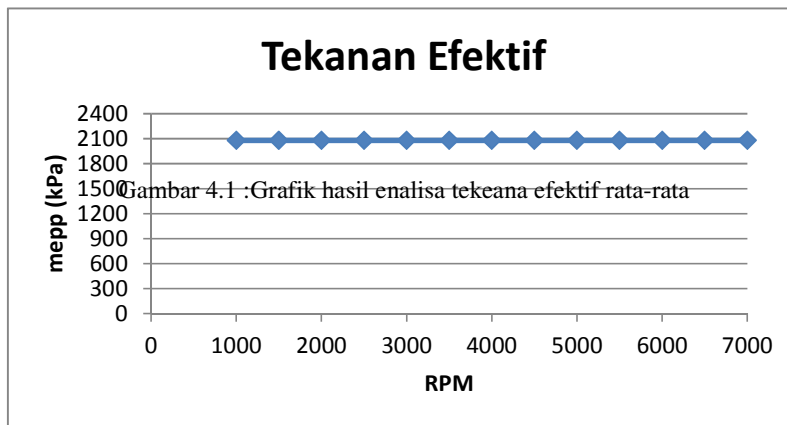
Dengan nilai $W_{net} = 0,8546 \text{ kJ}$ dan besarnya volume langkah ($V_d = 0,0003745 \text{ m}^3$), maka besarnya tekanan efektif rata-rata adalah :

$$mep = \frac{0,7789}{0,0003745} = 2079,8397 \text{ kPa}$$

Data hasil Perhitungan secara analisa untuk tekanan efektif rata-rata pada engine ESEMKA 15i dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4.1 :Data hasil enalisa tekanan efektif rata-rata

Putaran Mesin (RPM)	Tekanan Efektif
1000	2079.8397
1500	2079.8397
2000	2079.8397
2500	2079.8397
3000	2079.8397
3500	2079.8397
4000	2079.8397
4500	2079.8397
5000	2079.8397
5500	2079.8397
6000	2079.8397
6500	2079.8397
7000	2079.8397



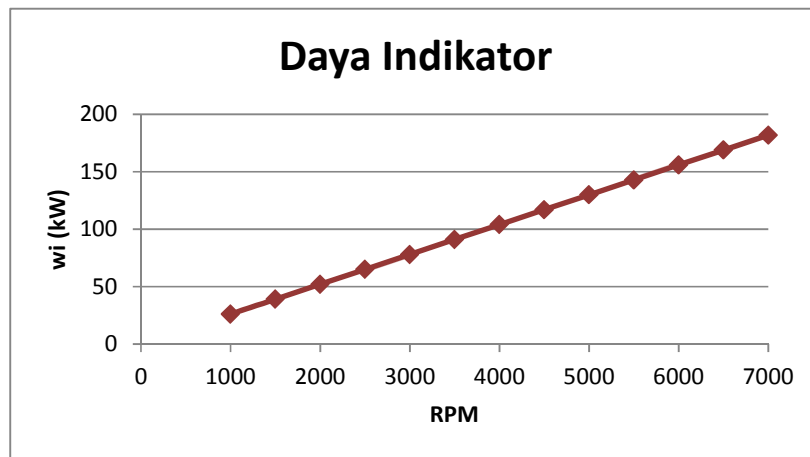
Gambar 4.1 :Grafik hasil enalisa tekeana efektif rata-rata

4.2. Daya Indikator (W_i)

Tabel 4.2:Data hasil Analisa Daya Indikator

Putaran Mesin (RPM)	Daya Indikator (kW)
1000	25.9632

1500	38.9568
2000	51.9264
2500	64.9081
3000	77.8911
3500	90.8716
4000	103.8532
4500	116.8348
5000	129.8164
5500	142.7981
6000	155.7811
6500	168.7616
7000	181.7432

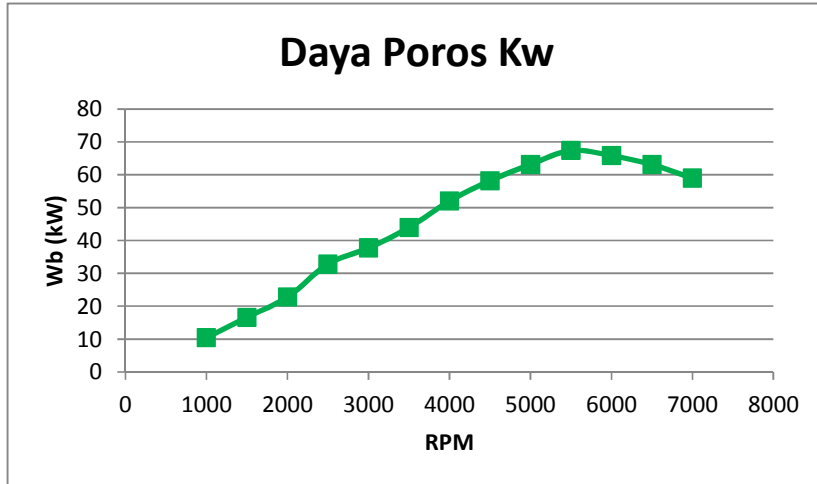


Gambar 4.2 : Grafik hasil Analisa Daya Indikator

4.3. Daya poros (W_b)

Tabel 4.3 :Data hasil Analisa Daya Poros

Putaran Mesin (RPM)	Daya Poros (kW)
1000	10.4352
1500	16.6263
2000	22.7964
2500	32.8131
3000	37.7114
3500	43.9233
4000	51.9984
4500	58.1685
5000	63.1141
5500	67.3531
6000	65.8144
6500	63.0669
7000	58.9796

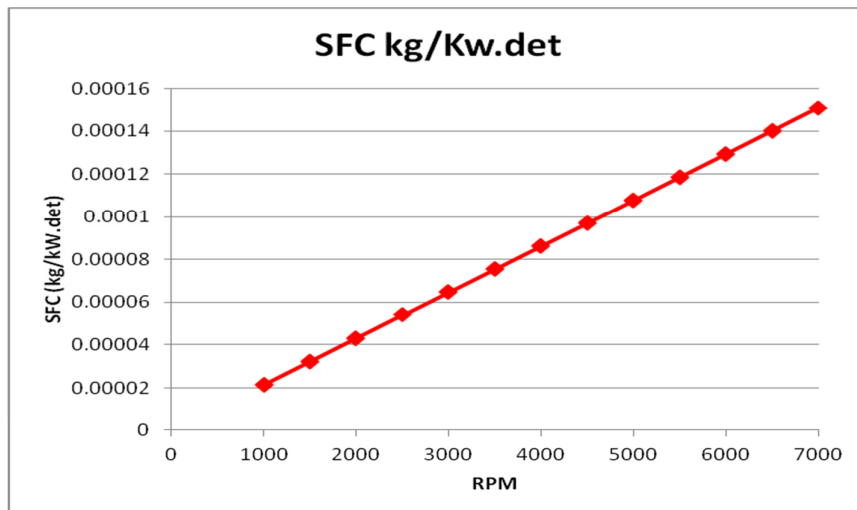


Gambar 4.3 :Grafik hasil Analisa Daya Poros

4.4. Konsumsi bahan bakar spesifik (Sfc)

Tabel 4.4 :Data hasil Analisa Konsumsi bahan bakar spesifik

Putaran Mesin (RPM)	SFC (kg/kW.det)
1000	0.00002157
1500	0.00003236
2000	0.00004315
2500	0.00005393
3000	0.00006472
3500	0.00007551
4000	0.00008631
4500	0.00009708
5000	0.00010787
5500	0.00011866
6000	0.00012945
6500	0.00014024
7000	0.00015102



Gambar 4.4 :Grafik hasil Analisa Konsumsi bahan bakar spesifik

4.5. Hasil Uji Emisi Gas Buang

Tabel 4.5 : Data Uji Emisi

Tanggal Uji	Inersia/beban (kg)	CO	HC	NO _x	HC+NO _x	CO ₂
		(g/km)	(g/km)	(g/km)	(g/km)	(g/km)
27/02/2012	1930	11.630	2.051	0.639	2.69	260.37
02/06/2012	2040	1.481	0.133	1.732	1.865	234.24
13/06/2012	1810	6.840	0.373	0.977	1.350	234.69
15/06/2012	1360	4.608	0.242	1.135	1.377	216.88
03/07/2012	1360	4.956	0.370	0.044	0.414	225.85
02/08/2012	1360	1.544	0.617	0.050	0.600	208.73
Tanggal Uji	FE	Limit		Keterangan		
	(km/L)	CO	HC+NO _x			
27/02/2012	8.31	5.0	0.7	Approval test (tidak lulus)		
02/06/2012	10.00	5.0	0.7	Tidak lulus		
13/06/2012	9.61	5.0	0.7	Tidak lulus		
15/06/2012	10.53	4.0	0.6	Tidak lulus		
03/07/2012	10.09	4.0	0.6	Tidak lulus		
02/08/2012	-	4.0	0.6	Lulus Euro 2		

(sumber : PT. Solo Manufaktur Kreasi)

5. Kesimpulan

- Melihat hasil pengujian pada grafik dan hasil penganalisaan secara teoritis, dapat disimpulkan bahwa performa engine ESEMKA 15i untuk putaran 5500 rpm dengan daya sebesar 59 kW, sedangkan hasil perhitungan secara teoritis di putaran 5500 mendapatkan daya sebesar 67 kW. Sehingga kenaikannya 88 %.
- Dari hubungan putaran mesin dan daya pada tabel 4.3. Grafik daya mesin, bahwa daya meningkat seiring dengan bertambahnya putaran mesin. Namun setelah mencapai daya maksimum pada putaran 5500 RPM, secara perlahan daya menurun walupun putarsan mesin terus bertambah.
- Daya yang dihasilkan mesin dipengaruhi oleh putaran poros engkol yang terjadi akibat dorongan piston yang dihasilkan karena adanya pembakaran bahan bakar dengan udara. Jika konsumsi bahan bakar dan udara diperbesar maka akan semakin besar pula daya yang dihasilkan mesin. Semakin cepat poros engkol berputar maka akan semakin besar daya yang dihasilkan.
- Secara teknis engine ESEMKA dianggap sudah berhasil menurunkan emisi yang sangat besar menjadi masuk limit emisi Euro 2.

6. Daftar Pustaka

- Pulkrabek Willard W, Engineering Fundamentals of The Internal Combustion Engine, Prentice Hall, New Jersey
- Heywood John B, Internal Combustion Engine Fundamentals, McGraw Hill Book Company, New York, 1988
- Arismunandar Wiranto, Penggerak Mula otor Bakar Torak, ITB; 1983-B
- PT. Astra Daihatsu Motor Training Center
- <http://books.google.co.id/books?id=GiLYEwSDLqsC&pg=PA664&dq=ideal-gas+properties+of+air&hl=id&sa=X&ei=REw8Ufb9H8LQrQfA9YH4Dg&ved=0CCwQ6AEwAA#v=onepage&q&f=true>
- www.arfadia.com
- Polyteknik Mekanis Swiss-ITB,1979
- Maleev, V.L.,1945