

ANALISIS PRESTASI KERJA MOTOR BENJIN TOYOTA TYPE 7K SEBAGAI PENGGANTI PERKINS FORD TYPE 2271 E ¹⁾

Abdul Rahman, Jamal ²⁾

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan karakteristik motor bensin Toyota type 7 K tersebut di atas dan kesesuaiannya dengan peralatan ukur yang ada, serta diharapkan menjadi referensi dalam pengambilan data praktikum dan penelitian yang berkaitan dengan motor bensin. Metode penelitian diarahkan pada perbaikan alat ukur dan pengujian karakteristik dengan bukaan katup konstan dan putaran yang bervariasi. Hasil analisis memaparkan efisiensi tertinggi motor bakar Toyota type 7 K sebesar 29,2237% (24,369 kW) pada bukaan katup gas (throttle) 40%, putaran 2800 rpm, sedangkan nilai efisiensi tertinggi Perkins Ford 2271 E sebesar 24,329% (14,8189 kW) pada pembukaan katup gas (throttle) 80%, putaran 2800 rpm.

Kata kunci: karakteristik, efisiensi, bukaan katup gas dan putaran.

I. PENDAHULUAN

Prestasi kerja suatu motor bensin sangat penting diketahui sebagai acuan dalam menentukan kegunaan praktisnya pada kehidupan sehari-hari. Kemampuan prestasi kerja motor bensin terukur melalui efisiensi kerja mesin dengan parameter-parameter seperti: daya mekanis (BHP), konsumsi bahan bakar spesifik (SFC), perbandingan rasio bahan bakar dan udara (AFR) serta akumulasi daya yang tidak terpakai sebagai kerja mesin.

Konsumsi bahan bakar yang diubah menjadi kerja juga dipengaruhi oleh angka oktan. Angka oktan bahan bakar motor bensin menunjukkan kemampuan untuk mencegah tercampurnya bahan bakar dan udara sebelum waktunya (*self-ignition*). Terbakarnya bahan bakar-udara sebelum waktunya menimbulkan fenomena ketuk (*knocking*) yang dapat menurunkan perbandingan kompresi dan daya mesin yang berujung pada menurunnya prestasi kerja mesin (Joyokusumo, 2006). Namun besarnya prestasi kerja mesin tersebut bervariasi secara kualitas dan kuantitas tergantung hasil dan standar produksi dari pabrikan pembuat mesinnya.

Pada Laboratorium motor bensin Teknik Konversi Energi tahun 2006 telah dilaksanakan penggantian mesin bensin dari mesin bensin Ford Perkins type 2271 E buatan Amerika Serikat yang telah berumur sekitar 20 tahun (efisiensinya di bawah 50

¹⁾ Penelitian Rutin 2007

²⁾ Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang

%) menjadi mesin bensin Toyota type 7 K buatan Jepang yang bersumber dari alokasi dana ABT tahun anggaran 2006.

Sejak mesin baru tersebut terpasang (Toyota type 7 K) belum pernah dilakukan penelitian kinerja, kalibrasi *console engine* (coolant water, throttle dan sensor) serta perbaikan sistim penunjang lainnya (parameter pengukuran sirkulasi air pendingin dan cooling tower yang tidak berfungsi), padahal peralatan ini telah berkali-kali digunakan untuk praktikum dan penelitian mahasiswa dari dalam maupun luar PNUP. Dengan demikian, secara teknis untuk melanjutkan kegiatan praktikum atau uji coba lainnya dibutuhkan data dan peralatan yang terkalibrasi secara standar. Perbaikan peralatan penunjang juga dimaksudkan untuk memperpanjang umur mesin. Selain itu, kita dapat mengetahui apakah efisiensi mesin Toyoya type 7 K (diharapkan efisiensinya lebih besar) memiliki kelebihan atau kekurangan dibandingkan dengan mesin Ford Perkins type 2271 E.

Kendala lain adalah parameter-parameter pengukuran (panel set) yang dipakai telah berusia lebih dari 15 tahun sehingga untuk membandingkan prestasi kerja mesin bensin yang lama (*Ford Perkins type 2271 E*) dengan mesin bensin yang baru (*Toyota type 7 K*) diperlukan biaya dan ketelitian guna mengkalibrasi ulang dan merehabilitasi alat ukur seperti; parameter console (coolant water, throttle dan sensor), pipa sirkulasi air pendingin, coling tower dan instalasi kelistrikannya.

1.1. Pembakaran pada ruang bakar.

Bensin merupakan salah satu jenis senyawa hidrokarbon yang diperoleh dari penyulingan minyak mentah dengan rumus kimia sebagai Heptana Normal (C_7H_{16}) yang memiliki sifat mudah terbakar. Penyulingan dilakukan dengan cara destilasi dan polimerisasi. Bensin terdiri dari beberapa jenis yang dibedakan oleh besar kecilnya angka oktan dan kandungan timbal (Pb) yang dimiliki. Bensin yang beredar dipasaran antara lain: bensin biru, bensin pertamax dan premium.

Pada ruang bakar terjadi pembakaran antara karbon dan hidrogen yang terbawa oleh bahan bakar kemudian bercampur dengan udara yang dikenal dengan istilah oksidasi eksotermis. Zat-zat lain yang tidak terbakar seperti Nitrogen tidak akan mengalami perubahan struktur kimiawi meskipun turut andil dalam proses tersebut. Secara umum penyebab terjadinya pembakaran yang sempurna berkaitan erat dengan kondisi-kondisi: suplai udara, temperatur, kerapatan dan campuran reaktan yang ideal. Pembakaran sempurna menghasilkan senyawa CO_2 dan H_2O , sedangkan pembakaran tidak sempurna menghasilkan senyawa-senyawa CO , CO_2 dan H_2O (Sugiarto, 2006).

2.2. Prestasi kerja mesin

Bahan bakar bensin jenis premium yang digunakan dapat dihitung konsumsi bahan bakarnya, FC (*fuel consumption*) guna mengetahui berapa besar daya masukan yang diproduksi oleh bahan bakar, Q_{bb} . Kandungan energi potensial yang terdapat dalam bahan bakar dipengaruhi oleh sifat fisika dan kimia berdasarkan struktur

hidrokarbonnya. Energi potensial tersebut akan dikonversi menjadi kerja oleh sistem yang ada pada motor bensin.

Daya mekanik poros (BHP), konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) dan perbandingan laju aliran udara-bahan bakar (AFR) adalah indikator-indikator penting dalam menentukan suatu prestasi mesin menjadi layak atau tidak layak.

Tabel 1. Sifat fisik dan kimia bahan bakar premium, methanol, ethanol dan acetone. (Sugiarto, 2006)

<i>Sifat bahan bakar</i>	<i>Premium/ gasoline</i>	<i>Methanol</i>	<i>Ethanol</i>	<i>Acetone</i>
Rumus kimia	(C ₈ H ₁₅)	(CH ₃ OH ₃)	(C ₂ H ₅ OH)	(CH ₃ COCH ₃)
SG	0,72	0,796	0,7893	0,791
Stoichiometri A/F Ratio	14,7	6,45	9,0	9,4
Berat molekul	100	32,04	46,07	58,1
RON	88-100	105	104	-
MON	80-90	92	92	100
Komposisi Carbon % berat	84	37,5	52	62,07
Komposisi Hidrogen % berat	16	12,6	13	10,34
Komposisi Oksigen % berat	-	49,9	35	27,59
Vapour pressure, Psi@100 F	7-15	4,6	2,3	7,713
Heat combustion/LHV, MJ/kg	42,731	19,9	26,68	31
Heat vapouration, MJ/kg	0,3044	1,154	0,913	0,551
Temperature autoignition (°C)	257	464	423	465
Densitas (kg/m ³)	747,800	-	-	-

Selain itu, kalor yang diserap oleh pendingin (Qap) dan kalor yang dilepas pada manifold dalam wujud gas buang (Qgb), serta rugi-rugi lainnya (Qloss) juga penting diteliti sebagai parameter kerja dari keseluruhan sistem pada motor bensin.

a. Pemakaian bahan bakar, *FC*

Pemakaian bahan bakar setiap jam, *FC* (kg/jam) terukur melalui jumlah volume bahan bakar, *V_{bb}* (m³) dan massa jenisnya *ρ_{bb}* (kg/m³), dimana:

$$FC = \frac{V_{bb} \cdot \rho_{bb} \cdot 3600}{t} \dots\dots\dots (1)$$

b. Daya input bahan bakar (*Q_{bb}*)

Daya input bahan bakar merupakan energi potensial yang dimiliki oleh bahan bakar dan diubah menjadi kerja berdasarkan nilai kalor *LHV* (kJ/kg) bahan bakar tersebut.

$$Q_{bb} = \frac{FC.LHV}{3600} \dots\dots\dots(2)$$

c. Daya Mekanik Poros, *BHP*

Jumlah daya *P (Watt)* yang dihasilkan, merupakan perolehan dari putaran mesin *n (rpm)* yang bekerja melawan torsi *T(Nm)* pada suatu waktu *t (detik)* tertentu, dengan persamaan:

$$P = \frac{2\pi.n.T}{60} (Watt) \dots\dots\dots(3)$$

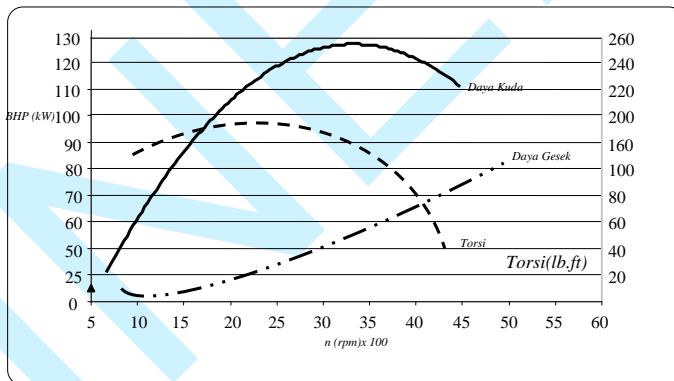
d. Komsumsi Bahan Bakar Spesifik, *SFC*

Konsumsi bahan bakar spesifik, *SFC (kg/kWh)* adalah besarnya jumlah bahan bakar yang dibutuhkan setiap kilogramnya untuk daya terpakai setiap jamnya.

$$SFC = \frac{FC}{BHP} \dots\dots\dots(4)$$

2.3. Grafik Prestasi Motor Bensin

Prestasi motor bensin secara praktis dapat disimpulkan melalui berbagai grafik prestasi terhadap variabel-variabel yang bekerja, seperti menurut (*Toyota Astra, 1995*).



Gambar 1. Grafik Prestasi Kerja Motor Bensin

II. METODOLOGI PENELITIAN

Prestasi kerja pada mesin Toyota type 7 K akan diuji pada kondisi-kondisi tertentu dengan menggunakan bensin jenis premium di Lab. Motor Bakar Teknik Konv. Energi Politeknik Negeri Ujung Pandang dengan lama penelitian sekitar 4

bulan. Parameter utama dalam pengujian ini terukur melalui besarnya torsi yang dihasilkan terhadap laju aliran bahan bakar, jumlah putaran dalam pengujian prestasi kerja mesin.

Pengujian eksperimental ini didasari pada kondisi:

1. Temperatur ambient dijaga pada 30°C (303 K) sampai 38°C (311 K).
2. Tekanan udara luar pada keadaan standar 1 Atm.
3. Volume bensin yang diamati sebesar 50 ml.
4. Komsumsi udara masuk tetap.

2.1. Katup gas konstan (throttle konstan)

Kondisi pengujian dengan katup gas konstan pada bukaan 10 %, 20 %, 30 %, 40 % dan 50 % guna mendapatkan data putaran dari 1000 rpm sampai 2800 rpm (kenaikan putaran 200 rpm), torsi, temperatur dan laju aliran bahan bakar yang mengalir.

2.2. Putaran bervariasi

Pembebanan pada dinamometer diatur dengan daya cengkram magnetik yang diperoleh dari masukan bukaan katup gas pada posisi tertentu menyesuaikan putaran yang akan diatur secara tetap dari 1000 rpm sampai 2800 rpm.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian kinerja mesin diawali dengan membersihkan sirkulasi pipa pendingin mesin (heat exchanger), cooling tower, alat penunjuk air pendingin (memperbaiki dan menambah zat Hg), memperbaiki pipa gas buang/menghilangkan kebocoran dan wadah penyimpanan bahan bakar. Selanjutnya mesin diservis dengan mengganti oli dan busi agar motor bakar dapat bekerja secara optimum. Untuk proses pengambilan data mesin dioperasikan pada putaran 1000 rpm sampai 2800 rpm dan mengatur bukaan katup gas dari posisi 10 % hingga 50 %. Posisi bukaan katup gas tidak menggunakan pengaturan tuas sebagaimana perlakuan normalnya, tetapi menggunakan parameter pegas pada karburator karena diselidiki telah terjadi penyimpangan sudut pengaturan tuas di panel set yang ada. .

Untuk hasil analisa bukaan katup gas 10 % diperoleh efisiensi thermis tertinggi pada putaran 1000 rpm sebesar 24,5082 % dengan BHP 5,809 kW dan terendah pada putaran 2800 rpm. Effisiensi terendah bernilai 4,1219 % dengan BHP 1,114 kW, FC 2,337 kg/jam dan SFC 2,044 kJ/jam.

Tabel 2. Hasil analisa percobaan Toyota type 7K bukaan katup gas (throttle) 10%

n	BHP	FC	SFC (kg/ kWjam)	MEP	M _{ac}	M _{ai}	AFR _{act}	AFR _{stoi}	α	η_{vol}	η_{th}
(rpm)	(kW)	(kg/jam)		kN/m ²	(kg/jam)	(kg/jam)				(%)	(%)

2800	1.144	2.337	2.044	27.518	45.8714	165.0992	19.6260	14.6	1.3442	27.7842	4.1219
2600	1.691	2.352	1.391	43.817	43.9919	153.8188	18.7009	14.6	1.2809	28.5998	6.0554
2400	2.531	2.356	0.931	71.052	44.0488	142.3543	18.6956	14.6	1.2805	30.9431	9.0497
2200	3.444	2.361	0.686	105.484	46.0640	130.8122	19.5065	14.6	1.3361	35.2138	12.2876
2000	4.139	2.328	0.563	139.423	44.1029	118.9202	18.9447	14.6	1.2976	37.0862	14.9770
1800	4.795	2.321	0.484	179.500	44.1543	107.2775	19.0258	14.6	1.3031	41.1589	17.4079
1600	5.326	2.291	0.430	224.304	44.1543	95.3578	19.2718	14.6	1.3200	46.3038	19.5861
1400	5.743	2.245	0.391	276.376	42.0293	83.1602	18.7253	14.6	1.2826	50.5402	21.5548
1200	5.994	2.177	0.363	336.562	42.0293	71.2801	19.3029	14.6	1.3221	58.9635	23.1930
1000	5.809	1.997	0.344	391.386	39.8062	59.2029	19.9351	14.6	1.3654	67.2370	24.5082

Ketika bukaan katup gas 20 %, efisiensi thermis tertinggi pada putaran 1200 rpm sebesar 27,674 % dengan BHP 9,413 kW kemudian menurun pada putaran 1000 rpm. Selanjutnya diperoleh efisiensi thermis sebesar 27,563 % dengan putaran mesin 2200 rpm, daya mekanik BHP-nya 15,403 kW.

Tabel 3. Hasil analisa percobaan Toyota type 7K bukaan katup gas (throttle) 20%

n (rpm)	BHP (kW)	FC (kg/jam)	SFC (kg/ kWjam)	MEP kN/m ²	M _{ac} (kg/jam)	M _{ai} (kg/jam)	AFR _{act}	AFR _{stoi}	α	η _{vol} (%)	η _{th} (%)
2800	8.9607	4.183	0.467	215.626	78.071	168.789	18.665	14.6	1.2784	46.254	18.048
2600	9.8971	3.870	0.391	256.479	79.343	157.257	20.501	14.6	1.4042	50.455	21.544
2400	10.4502	3.801	0.364	293.381	77.098	145.368	20.282	14.6	1.3892	53.037	23.161
2200	10.8488	3.808	0.351	332.258	75.921	133.254	19.939	14.6	1.3657	56.975	24.003
2000	11.1548	3.811	0.342	375.793	74.776	121.303	19.621	14.6	1.3439	61.644	24.659
1800	11.3286	3.592	0.317	424.054	73.510	109.026	20.463	14.6	1.4016	67.425	26.568
1600	11.1690	3.427	0.307	470.340	72.203	96.719	21.070	14.6	1.4432	74.652	27.459
1400	10.5558	3.239	0.307	508.018	66.927	84.348	20.664	14.6	1.4154	79.346	27.458
1200	9.4135	2.866	0.304	528.551	61.340	72.299	21.404	14.6	1.4661	84.842	27.674
1000	8.1870	2.662	0.325	551.623	58.210	59.969	21.865	14.6	1.4976	97.067	25.908

Tabel 4. Hasil analisa percobaan Toyota type 7K bukaan katup gas (throttle) 30%

n (rpm)	BHP (kW)	FC (kg/jam)	SFC (kg/ kWjam)	MEP kN/m ²	M _{ac} (kg/jam)	M _{ai} (kg/jam)	AFR _{act}	AFR _{stoi}	α	η _{vol} (%)	η _{th} (%)
2800	17.5402	5.670	0.323	422.079	120.541	173.175	21.260	14.6	1.4561	69.607	26.062
2600	17.2593	5.397	0.313	447.268	118.230	160.805	21.906	14.6	1.5004	73.524	26.941
2400	16.3439	5.227	0.320	458.839	116.762	148.686	22.337	14.6	1.5299	78.530	26.341

2200	15.4035	4.708	0.306	471.752	112.749	136.295	23.948	14.6	1.6403	82.724	27.563
2000	14.4095	4.586	0.318	485.440	108.487	123.678	23.655	14.6	1.6202	87.718	26.470
1800	12.9968	4.578	0.352	486.498	105.554	110.553	23.055	14.6	1.5791	95.477	23.916
1600	11.6465	4.059	0.349	490.449	88.622	98.270	21.832	14.6	1.4954	90.183	24.172
1400	10.2083	3.999	0.392	491.296	83.169	85.695	20.798	14.6	1.4245	97.053	21.506
1200	9.0604	3.815	0.421	508.724	74.992	73.205	19.656	14.6	1.3463	102.442	20.007
1000	7.9409	2.900	0.365	535.042	61.723	61.004	21.281	14.6	1.4576	101.179	23.066

Pada bukaan katup gas 40 % diperoleh efisiensi thermis yang paling tinggi diantara semua bukaan katup gas (10 %, 20 %, 30 % dan 50 %) yakni sebesar **29,224 %**, putaran **2800 rpm** serta BHP yang didapat adalah **24,369 kW**. Bandingkan dengan hasil yang diperoleh pada bukaan katup gas 50 % yakni efisiensi thermis tertinggi sebesar 25,923 % dengan pengaturan putaran mesin 2000 rpm.

Sedangkan daya mekanik poros (BHP) pada percobaan mesin bensin type Perkins Ford 2271 E diperoleh nilai maksimum sebesar 14,8189 kW pada pembukaan katup gas (throttle) 80% dan putaran 3000 rpm. (Dari hasil tersebut terlihat bahwa mesin Toyota type 7K memiliki tenaga yang lebih besar dibandingkan mesin bensin type Perkins Ford 2271 E dengan perbedaan sebesar 9,5501 kW walaupun pembukaan katup gas (throttle) lebih kecil yaitu 40%.

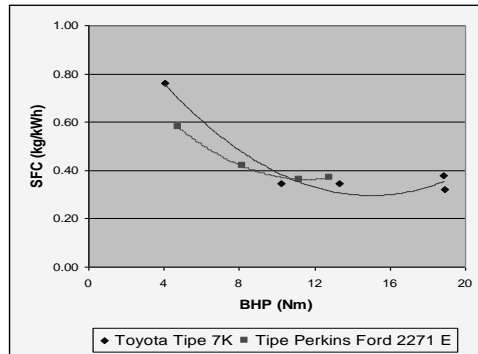
Tabel 5. Hasil analisa percobaan Toyota type 7K bukaan katup gas (throttle) 40%

n (rpm)	BHP (kW)	FC (kg/jam)	SFC (kg/ kWjam)	MEP kN/m ²	M _{ac} (kg/jam)	M _{ai} (kg/jam)	AFR _{act}	AFR _{stor}	α	η _{vol} (%)	η _{th} (%)
2800	24.369	7.025	0.288	586.408	150.6507	165.6510	21.4441	14.6	1.4688	90.9446	29.2237
2600	23.051	6.750	0.293	597.345	142.8582	153.8188	21.1628	14.6	1.4495	92.8744	28.7677
2400	21.720	6.450	0.297	609.763	136.0920	142.3543	21.1007	14.6	1.4453	95.6009	28.3711
2200	20.822	6.118	0.294	637.704	128.9244	130.8122	21.0717	14.6	1.4433	98.5568	28.6712
2000	21.164	6.647	0.314	712.990	121.6707	118.5240	18.3043	14.6	1.2537	102.6549	26.8238
1800	19.494	6.261	0.321	729.712	110.4019	106.9202	17.6342	14.6	1.2078	103.2563	26.2328
1600	17.642	5.660	0.321	742.906	102.9503	95.0402	18.1879	14.6	1.2457	108.3229	26.2572
1400	15.623	5.068	0.324	751.867	91.7763	82.6098	18.1093	14.6	1.2404	111.0962	25.9704
1200	13.538	4.816	0.356	760.123	87.8691	70.8084	18.2457	14.6	1.2497	124.0942	23.6825
1000	11.425	4.605	0.403	769.789	85.8489	59.0070	18.6426	14.6	1.2769	145.4893	20.9017

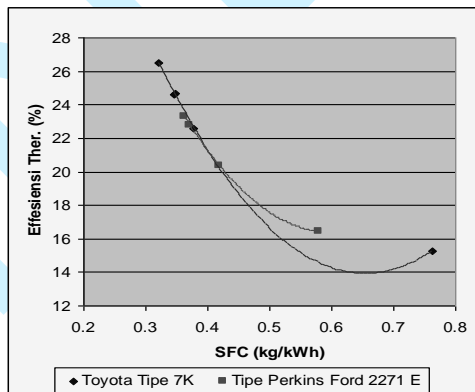
Tabel 6. Hasil analisa percobaan Toyota type 7K bukaan katup gas (throttle) 50%

n (rpm)	BHP (kW)	FC (kg/jam)	SFC (kg/ kWjam)	MEP kN/m ²	M _{ac} (kg/jam)	M _{ai} (kg/jam)	AFR _{act}	AFR _{stor}	α	η _{vol} (%)	η _{th} (%)
------------	-------------	----------------	-----------------------	--------------------------	-----------------------------	-----------------------------	--------------------	---------------------	---	-------------------------	------------------------

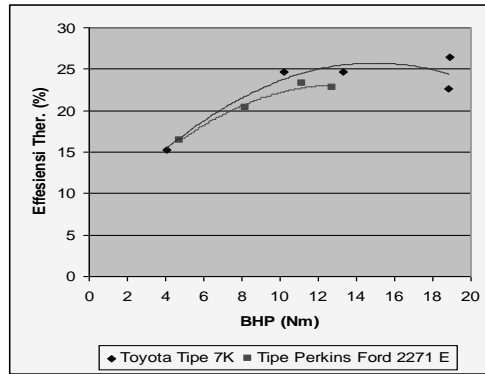
2800	22.821	8.079	0.354	549.154	175.9067	171.3789	21.7721	14.6	1.4912	102.6420	23.7963
2600	22.874	7.960	0.348	592.759	163.2856	157.5037	20.5132	14.6	1.4050	103.6709	24.2090
2400	22.057	7.644	0.347	619.218	140.9532	145.7646	18.4407	14.6	1.2631	96.6992	24.3106
2200	20.884	7.396	0.354	639.609	139.5988	133.4891	18.8754	14.6	1.2928	104.5769	23.7898
2000	21.405	6.956	0.325	721.104	138.3002	121.3538	19.8813	14.6	1.3617	113.9645	25.9233
1800	19.562	6.822	0.349	732.252	136.9155	109.1008	20.0688	14.6	1.3746	125.4945	24.1569
1600	17.699	6.730	0.380	745.305	136.6834	96.6499	20.3090	14.6	1.3910	141.4211	22.1547
1400	15.716	6.563	0.418	756.383	135.1340	84.2832	20.5908	14.6	1.4103	160.3333	20.1752
1200	13.628	6.063	0.445	765.203	130.8785	71.9996	21.5856	14.6	1.4785	181.7766	18.9362
1000	11.545	5.333	0.462	777.903	130.8785	59.9997	24.5414	14.6	1.6809	218.1320	18.2388



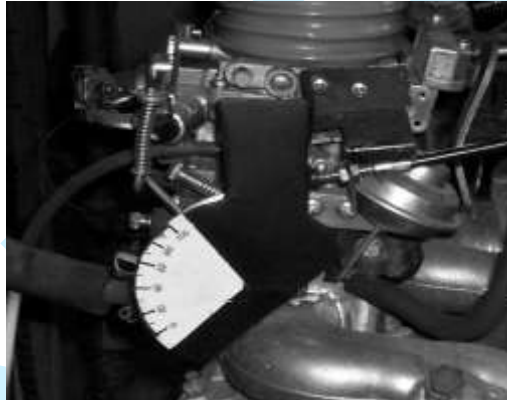
Gambar 2. Grafik Hubungan SFC Dengan BHP, Toyota Type 7k Dan Perkins Ford 2271e. (Waney, dkk.2000)



Gambar 3. Grafik Hubungan SFC Dengan Eff. Thermis Toyota Type 7K Dan Perkins Ford 2271E. (Waney, dkk.2000)



Gambar 4. Grafik Hubungan BHP Dengan Eff. Thermis Toyota Type 7K dan Perkins Ford 2271E. (Waney, dkk.2000)



Gambar 5. Penambahan Pembaca Buka-an Throttle Pada Karburator



Gambar.6. Alat Pembaca Bukaian Throttle (Cussons Technology, 1987)

Keterangan:

n	<i>Putaran poros mesin</i>	(rpm)
BHP	<i>Daya efektif</i>	(kW)
FC	<i>Konsumsi bahan bakar</i>	(kg/jam)
SFC	<i>Konsumsi bahan bakar spesifik</i>	(kg/kWh)
MEP	<i>Tekanan efektif rata-rata</i>	(kN/m ²)
M_{ac}	<i>Konsumsi udara actual</i>	(kg/jam)
M_{ai}	<i>Konsumsi udara teoritis</i>	(kg/jam)
AFR_{act}	<i>Perbandingan udara bahan bakar actual</i>	
AFR_{stoi}	<i>Perbandingan udara bahan bakar stoikinometri</i>	
α	<i>Faktor kelebihan udara</i>	
η_{vol}	<i>Efisiensi volumetris</i>	(%)
η_{th}	<i>Efisiensi thermis</i>	(%)
Q_{tot}	<i>Energi kalor hasil pembakaran</i>	(kW)
Q_{de}	<i>Energi kalor yang menghasilkan daya efektif</i>	(kW)
Q_{ap}	<i>Energi kalor yang hilang pada sistim pendingin</i>	(kW)
Q_{gb}	<i>Energi kalor yang hilang pada gas buang</i>	(kW)
Q_{oth}	<i>Energi kalor yang hilang akibat kerugian lain</i>	(kW)

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan karakteristik motor bensin Toyota type 7k dengan efisiensi tertinggi sebesar 29,2237 % (24,369 kW) bukaian katup gas (throttle) 40%, pada putaran 2800 rpm sedangkan Perkins Ford 2271 E menghasilkan efisiensi maksimum sebesar 24,329 % bukaian katup 80 %, (14,8189 kW) pada putaran 2800 rpm.

V. DAFTAR PUSTAKA

Cussons Tecnology, 1987. *Instruction Manual Cussons Automotif Multi/Cylinder Engine Test Bed (Eddy Current Dynamometer) P8602/S*: G. Cussons Ltd.

Joyokusumo,Riyadi,dkk.2006.*Perbandingan Kinerja Torsi dan Bahan Bakar Terhadap Bioetanol Bahan Bakar Motor 4 Tak*. UNJ. Jakarta.

Sugiarto,Bambang,dkk.2006.*Pengaruh Penambahan Aditif Oksigenat Bahan Bakar pada Mesin Variable Compression Ratio*,UI.Jakarta.

Suroso, A. Hadiyanto dan Mahyuddin. 2003. *Analisa Kinerja Motor bensin dengan penambahan alcohol pada bahan bakar premium*. PNUP.Makassar.

- 11 *Abdul Rahman, Jamal, Analisis Prestasi Kerja Motor Bensin Toyota type 7k sebagai Pengganti Perkins Ford Type 2271 E*

Toyota Astra Motor, 1995. *Training Manual New Step-1*. TAM.Jakarta.

Waney, Fredi dan Fausan Amansyah. 2000. *Analisis pengaruh penambahan zat aditif pada premium terhadap prestasi motor bensin tipe Perkins Ford 2271 E*. PNUP Makassar.

SINERGI