

Upaya Peningkatan Unjuk Kerja Mesin dengan Menggunakan Sistem Pengapian Elektronis pada Kendaraan Bermotor

I Wayan Bandem Adnyana

Jurusan Teknik Mesin, Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Badung

e-mail: wayan.adnyana@me.unud.ac.id

Abstrak

Peningkatan kinerja mesin menggunakan sistim pengapian pada kendaraan bermotor, sesuai dengan perkembangan teknologi dibuat dengan memperbaiki otomotif pada sistim pembakarannya. Metode untuk meningkatkan kinerja ini telah dikerjakan dengan modifikasi sistim pengapian, di mana sistim pengapian merupakan metode konvensional dengan menggunakan platina diganti dengan menggunakan kapasitor. Perbaikan sistim pengapian telah diuji dengan meningkatkan kecepatan dan beban pada keadaan stasioner. Hasil menunjukkan bahwa perbaikan dari sistim pengapian menggunakan kapasitor meningkatkan daya efektif dan mengurangi konsumsi bahan bakar spesifik dari mesin dan mengurangi emisi gas CO.

Kata kunci: Sistem pengapian, Kapasitor, Kinerja mesin

Abstract

Effort to increase an engine performance using electrical ignition system for motor vehicle

Increasing engine performances using electrical ignition system on motor vehicle. In accordance with the development of technology, improvisation of automotive is created in order to increase the performance of engine. The method to increase this performance has been done by modify the ignition system, where the conventional method of ignition system which uses contact breaker substituted by using capacitor. The improvisation of ignition system has been tested by increasing the speed and load on stationary condition. Results show that the improvisation of ignition system by using capacitor increases the effective power and reduce the specific fuel consumption of engine and reduce the gas emission of CO.

Key words: Ignition system, Capacitor, Engine performance

1. Pendahuluan

Seiring dengan kemajuan teknologi, upaya untuk meningkatkan tenaga mesin terutama dengan jalan modifikasi sistem pembakaran merupakan suatu hal yang terus menerus dilakukan dalam bidang otomotif. Suatu upaya perbaikan dalam sistem pembakaran dapat dilakukan dengan mengatur sistem pengapiannya [1].

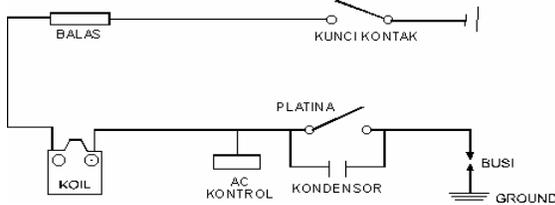
Sistem pengapian pada motor bensin berfungsi menghasilkan tegangan yang tinggi untuk membentuk bunga api diantara elektrode busi, sehingga campuran bahan bakar dan udara dapat dibakar dengan sempurna walaupun kecepatannya berubah – ubah. Kendaraan bermotor secara umum menggunakan sistem pengapian dengan baterai. Bagian yang ada pada sistem pengapian tersebut meliputi: baterai, koil penyalaan (*ignition coil*), pemutus arus (*contact breaker*) yang terdapat pada distributor, kondesor, busi dan poros nok untuk mengatur kontak antara platina [1]. Distributor yang digerakkan oleh sumbu nok pada mesin utama

berfungsi untuk membagi arus tegangan tinggi yang berasal dari koil ke busi. Distributor bekerja harus tepat dengan urutan pengapian (*firing order*) dari motor bersangkutan. Urutan pengapian pada mesin 4 silinder ada dua macam, yaitu 1 - 2 - 4 - 3 dan 1 - 3 - 4 - 2. Jika penyetelan distributor tidak tepat, maka pembakaran tidak akan terjadi secara sempurna. Pada sistem pengapian konvensional, koil digunakan sebagai pembangkit tegangan tinggi. Pembangkitan tegangan tinggi ini terjadi saat platina (*contact breaker*) menutup dan arus listrik mengalir dari batere menuju ke lilitan primer, serta selanjutnya menuju ke platina dan kembali ke batere melalui massa (*ground*). Arus tersebut membangun medan magnet pada inti besi yang ada pada koil. Saat pengapian, kontak platina terbuka oleh gerakan *cam* pada distributor dan seketika itu memutuskan arus primer yang berakibat terjadinya drop pada flux magnetik yang terdapat pada koil serta menginduksikan tegangan ke lilitan primer dan sekunder. Tegangan yang diinduksikan pada kumparan

primer disalurkan ke distributor kemudian ke busi sehingga menimbulkan percikan bunga api. Besarnya tegangan yang diperlukan untuk membangkitkan percikan bunga api tersebut adalah antara 5000 sampai lebih dari 10.000 Volt [2].

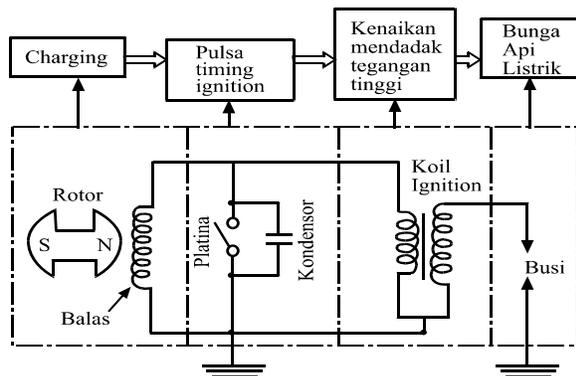
2. Landasan Teori

Sirkuit sistem penyalan dengan platina disajikan pada Gambar 1. Magnet permanen ditempatkan pada roda penerus yang dipasang pada poros engkol, sedangkan inti besi berfungsi sebagai stator. Magnet ini berputar bersama-sama dengan roda penerus, serta karena antara inti besi dengan magnet terdapat suatu celah kecil, maka akan terbangkitkan suatu medan magnet yang berubah – ubah. Perubahan medan magnet ini akan menimbulkan arus listrik dalam lilitan primer yang terdapat pada inti besi [2].



Gambar 1. Sirkuit sistem penyalan dengan platina

Sirkuit tersebut dilengkapi dengan titik kontak, yang dikenal dengan nama platina (*contact breaker*). Akibat gerakan *cam* tersebut, titik kontak akan terbuka sehingga terjadi arus tegangan tinggi yang memungkinkan terjadinya loncatan bunga api pada busi. Kenaikan tegangan pada transformator yang terdiri dari lilitan primer dan sekunder menghasilkan tegangan tinggi dan membentuk bunga api pada busi. Kondensator yang disisipkan dalam sirkuit akan menghindari terjadinya kerusakan pada titik kontak akibat tegangan tinggi yang timbul dalam lilitan sekunder. Hal ini disajikan pada Gambar 2, dimana sistem pengapian konvensional masih menggunakan titik pemutus sebagai *pulsa timing* penyalan, saat arus listrik menuju ke koil ignition [3].



Gambar 2. Tipe titik pemutus

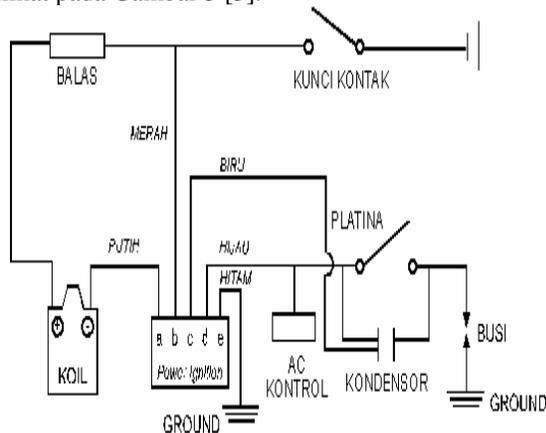
Cara kerja sistem penyalan adalah sebagai berikut:

- Waktu start, kontak penyalan dalam keadaan tertutup sedangkan *cam* dan *rotor* berputar sesuai dengan putaran mesin.
- Pada waktu pemutus arus (platina) menutup, arus listrik dari baterai mengalir melalui kumparan primer dan membangkitkan medan magnet. Medan magnet ini memotong kumparan primer dan menginduksi *back emf* yang menentang arus listrik baterai, sehingga memperlambat kenaikan kekuatan medan magnet itu sendiri. Dengan demikian arus primer dan kekuatan medan magnet yang maksimum sangat bergantung pada lamanya pemutus arus (platina) berada dalam keadaan tertutup, atau tergantung pada kecepatan dan kontur *cam*.
- Pada waktu pemutus arus (platina) membuka, maka karena adanya kondensator, arus primer segera akan terputus. Kekuatan medan magnet pun segera menurun, disusul oleh arus primer, yang semula melalui kontak pemutus arus (platina), mengalir menuju kondensator. Dengan demikian muatan listrik kondensator bertambah tetapi segera menurun kembali. Terjadilah arus bolak-balik di dalam kumparan primer yang mengubah energi magnet menjadi energi listrik di dalam kumparan sekunder dan timbul pula tegangan yang sangat tinggi antara 5.000 sampai 10.000 Volt. Kabel kumparan sekunder oleh rotor disambungkan dengan kabel busi dan timbulah loncatan bunga api listrik.

Sistem pengapian secara konvensional yang semula menggunakan platina dapat diperbaiki dengan menggunakan arus kapasitor. Unit kontrol penyalan dari sistem ini adalah koil dan busi. Magnet yang dipasang memiliki prinsip kerja yang sama dengan magnet roda penerus. Bila magnet ini berputar bersama-sama dengan roda penerus yang merupakan satu kesatuan, maka arus akan terinduksikan dalam balas yang stationer melalui diode I. Hasil dari diode I ini adalah arus searah yang kemudian mengisi kapasitor.

Bila kapasitor telah terisi, tegangan ini dikontrol untuk memastikan timbulnya penyalan dalam koil pulsa. Tegangan ini mengalir menuju G melewati diode 2 dan diode 3, yang selanjutnya akan mengalir menuju SCR (*Silicon Controlled Rectifier*) untuk mengalirkan arus. Sesampainya di SCR, arus akan bertabrakan dan selanjutnya arus listrik yang telah terkumpul dalam kapasitor akan disalurkan melalui SCR dari A ke B menuju pada lilitan primer dalam koil ignition. Arus yang mengalir dari D2 dan D3 akan bertabrakan dengan SCR, sebagai akibatnya proses tersebut menyebabkan arus mengalir menuju lilitan primer pada koil ignition. Arus ini membangkitkan tegangan yang lebih tinggi dalam lilitan sekunder yang menyebabkan terjadinya loncatan bunga api pada busi. Sedangkan fungsi dari Diode 4 adalah untuk

menghindari terjadinya pengisian arus dari lilitan primer menuju kapasitor, atau berfungsi sebagai pengaman kapasitor. Rincian skema tersebut dapat dilihat pada Gambar 3 [3].



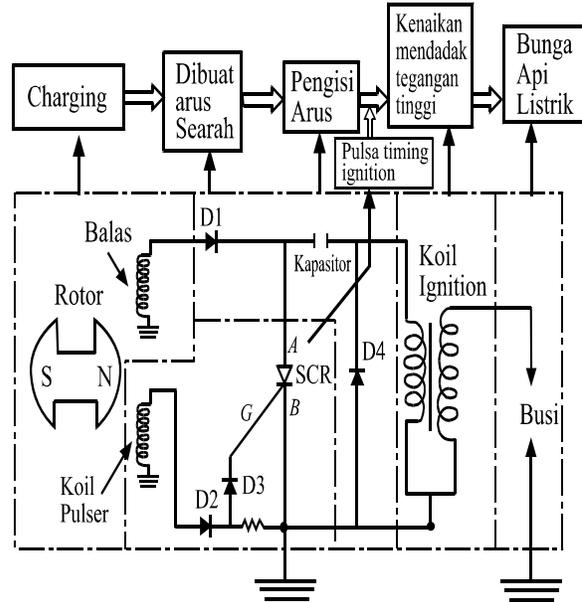
Gambar 3. Skema sistem penyalan dengan kapasitor

Dalam sistem pembakaran, loncatan bunga api terjadi sesaat sebelum torak mencapai titik mati atas (TMA) pada saat langkah kompresi, dan biasanya dinyatakan dalam derajat sudut engkol sebelum torak mencapai TMA. Pada proses pembakaran sempurna, api menjalar dari busi dan selanjutnya menyebar ke segala arah pada kedudukan 20 derajat sudut engkol atau lebih, untuk membakar campuran bahan bakar sampai tekanan maksimum.

Sistem pengapian dengan kapasitor biasanya dipergunakan pada kendaraan bermotor roda empat, karena memerlukan arus baterai yang tinggi. Apabila sistem ini diaplikasikan pada sepeda motor, maka kondensornya harus diganti disesuaikan dengan kebutuhan arus untuk sepeda motor. Apabila tidak maka berakibat pada timbulnya kelebihan arus listrik yang dapat menyebabkan rusaknya komponen - komponen pengapian sepeda motor, antara lain pada koil ignition, balas, dan koil lampu. Skematik gambar dari sistem pengapian ini disajikan pada Gambar 4.

Bunga api di busi membakar campuran bahan bakar yang ada di sekitarnya kemudian menyebar ke seluruh arah dalam ruang bakar. Karena itu pembakaran memegang peranan penting dalam mekanisme motor bakar dan sangat mempengaruhi unjuk kerja yang akan dihasilkan. Pembakaran yang baik adalah pembakaran yang tidak terjadi secara serentak, tapi bergerak secara progresif melintasi campuran yang belum terbakar. Pergerakan ini dimulai dari tempat yang paling panas yaitu di dekat busi. Karena itu busi tidak boleh terlalu panas, karena akan memudahkan terbentuknya endapan karbon pada permukaan isolatornya (porseleennya) dan dapat menimbulkan hubungan singkat. Untuk menghindari kejadian ini maka suhu isolator harus mencapai 700-

800°C agar karbon dapat terbakar. Tapi bila suhu terlalu tinggi maka isolator dapat rusak yang mengakibatkan terjadinya *preignition* atau terjadinya penyalan sebelum adanya loncatan bunga api pada busi. Akibat adanya *preignition* ini, maka unjuk kerja akan turun dan emisi gas buang yang dihasilkan akan meningkat secara tajam.



Gambar 4. Unit sistem pengapian yang dipergunakan

3. Tata Kerja

Sesuai dengan permasalahan yang diangkat dan beranjak dari pemaparan di atas, maka tujuan penelitian adalah untuk mengetahui seberapa besar perubahan terhadap daya efektif, pemakaian bahan bakar spesifik dan emisi buang CO dari sepeda motor akibat perubahan pada sistem pengapian, dari metoda platina menuju pada metoda kapasitor.

Dalam penelitian ini akan diuji satu buah kendaraan bermotor yang masih menggunakan sistem platina. Pengujian unjuk kerja adalah meliputi daya efektif, pemakaian bahan bakar spesifik dan emisi buang CO, karena berdasarkan penelitian terhadap berbagai emisi gas buang, emisi gas buang CO menghasilkan dampak yang paling berbahaya bagi manusia dan lingkungannya [4]. Selanjutnya, sistem pengapian platina tersebut diganti dengan sistem pengapian dengan kapasitor, serta kendaraan bermotor kembali diuji yang meliputi daya efektif, pemakaian bahan bakar spesifik dan emisi buang CO. Kedua penelitian tersebut dilakukan dengan jalan memvariasikan putaran motor dan perubahan beban (persneling). Selanjutnya dianalisa besarnya pengaruh perubahan sistem pengapian tersebut terhadap unjuk kerja kendaraan bermotor.

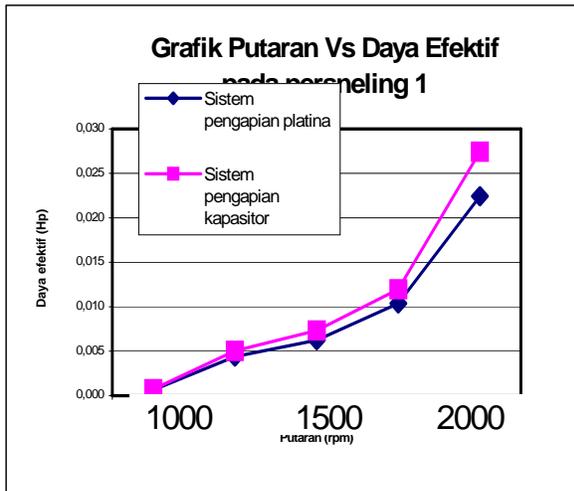
4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Data penelitian

Dari pelaksanaan pengujian yang telah dilakukan pada sepeda motor jenis Honda Super Cup dengan masing-masing perlakuan yaitu dengan sistem pengapian platina (standar) dan dengan menggunakan sistem pengapian kapasitor, variasi putaran motor dan beban persneling pada gigi 1, maka didapatkan data berupa putaran (rpm) dan daya efektif dari kendaraan bermotor, seperti disajikan pada Tabel 1 dan Gambar 5. Dengan metoda yang sama, maka variasi putaran dan beban persneling pada gigi 1 terhadap pemakaian bahan bakar spesifik (SFC) disajikan pada Tabel 2 dan Gambar 6. Sedangkan pengaruh sistem pengapian terhadap emisi gas buang CO disajikan pada Tabel 3 dan Gambar 7.

Tabel 1. Hasil perhitungan daya efektif (hp) motor pada beban persneling 1

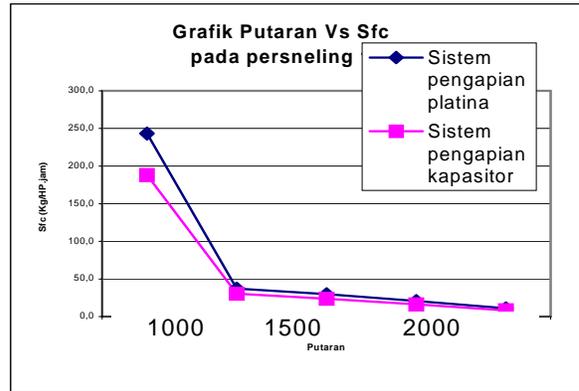
Putaran Mesin (Rpm)	Daya Efektif (hp)	
	Dengan sistem platina	Dengan sistem kapasitor
1000	0.00063	0.00070
	0.00060	0.00073
	0.00064	0.00076
1500	0.00448	0.00508
	0.00435	0.00485
	0.00439	0.00515
2000	0.00632	0.00719
	0.00616	0.00737
	0.00623	0.00745
2500	0.01013	0.01237
	0.01057	0.01159
	0.01037	0.01202
3000	0.02200	0.02770
	0.02230	0.02901
	0.02303	0.02559



Gambar 5. Grafik putaran vs daya efektif motor pada beban persneling 1

Tabel 2. Hasil perhitungan konsumsi bahan balar spesifik motor pada beban persneling 1

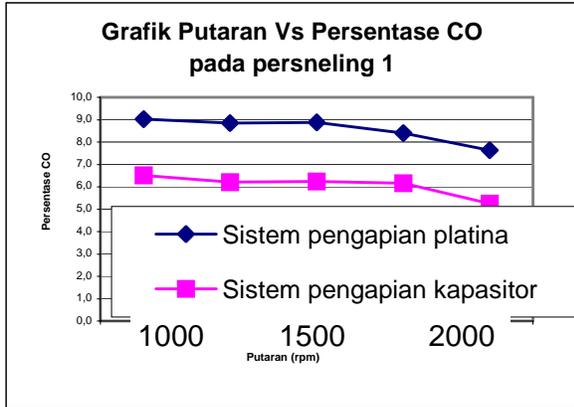
Putaran Mesin (Rpm)	Sfc (Kg/Hp.jam)	
	Dengan sistem platina	Dengan sistem kapasitor
1000	243.3	196.5
	248.8	186.2
	238.3	182.2
1500	36.1	30.1
	37.7	31.1
	37.4	29.8
2000	28.6	23.5
	30.3	23.4
	30.3	23.4
2500	20.8	15.3
	20.0	16.7
	20.7	16.8
3000	11.4	8.1
	11.0	7.9
	10.8	8.2



Gambar 6. Grafik putaran vs sfc motor pada persneling 1

Tabel 3. Hasil pengujian emisi gas buang CO motor pada beban persneling 1

Putaran Mesin (Rpm)	Prosentase gas buang CO	
	Dengan sistem platina	Dengan sistem kapasitor
1000	9.01	6.5
	9	6.53
	9.05	6.51
1500	8.79	6.21
	8.87	6.19
	8.88	6.22
2000	8.86	6.26
	8.89	6.23
	8.91	6.23
2500	8.54	6.16
	8.26	6.2
	8.4	6.14
3000	7.34	5.23
	7.72	5.21
	7.85	5.3



Gambar 7. Grafik putaran vs prosentase gas CO pada persneling 1

Pembahasan

Daya yang dihasilkan pada poros motor sebanding dengan putaran motor dan torsi, dimana semakin tinggi putaran motor maka daya efektifnya akan semakin meningkat. Dari hasil pengujian yang dilakukan didapat bahwa ada pengaruh antara sistem pengapian dengan platina dan sistem pengapian dengan kapasitor terhadap daya efektif yang dihasilkan, yakni pemakaian sistem pengapian dengan kapasitor akan meningkatkan daya efektif motor. Ini ditimbulkan karena sistem pengapian dengan kapasitor akan memperbaiki sistem pengapian sehingga akan mempersingkat *delay period* pada saat proses pembakaran. Sebagai akibatnya, maka proses pembakaran menjadi lebih baik sehingga menghasilkan daya pembakaran yang lebih baik pula.

Karena besarnya daya efektif yang dihasilkan oleh motor berbanding lurus dengan torsi, serta torsi berbanding lurus dengan beban, maka semakin tinggi beban persneling akan semakin meningkatkan daya efektif motor. Hal ini dapat disimpulkan karena semakin kecil beban persneling maka waktu akselerasi akan semakin kecil. Sebagai akibatnya maka daya efektif motor akan meningkat seiring dengan meningkatnya beban persneling. Dengan demikian peningkatan putaran motor dan beban persneling berpengaruh pada peningkatan daya efektif motor, dan diprediksikan bahwa sistem pengapian dengan kapasitor akan semakin meningkatkan daya efektif dari kendaraan bermotor.

Variasi putaran mesin akan mempengaruhi konsumsi bahan bakar spesifik dari motor, dimana semakin tinggi putaran mesin maka waktu yang diperlukan untuk menghabiskan bahan bakar menjadi semakin besar. Hal ini berarti bahwa semakin tinggi putaran maka konsumsi bahan bakar menjadi semakin cepat.

Konsumsi bahan bakar spesifik berbanding lurus dengan konsumsi bahan bakar per jam namun

berbanding terbalik dengan daya efektif motor. Sebagai akibatnya apabila semakin tinggi putaran mesin maka konsumsi bahan bakar spesifiknya akan semakin turun, tetapi penurunan konsumsi bahan bakar spesifik ini akan mencapai suatu titik minimum yang mana setelah titik ini terlewati maka konsumsi bahan bakar spesifiknya akan meningkat kembali. Hal ini terjadi karena pada putaran yang terlalu tinggi maka proses pembakaran terjadi dengan sangat cepat, sehingga campuran udara bahan bakar tidak dapat terbakar dengan sempurna karena campuran baru terlalu cepat menggantikan campuran lama yang belum seluruhnya terbakar. Selain itu, pada putaran tinggi maka akan dihasilkan daya motor yang semakin tinggi, sehingga akan berakibat pada berkurangnya harga dari konsumsi bahan bakar spesifiknya.

Dari hasil pengujian yang dilakukan didapat bahwa sistem pengapian dengan kapasitor akan menurunkan konsumsi bahan bakar spesifik. Hal ini terjadi karena sistem pengapian dengan kapasitor akan memperbaiki sistem pengapian dan proses pembakaran bahan bakarnya. Perbaikan terhadap sistem pengapian adalah berupaya untuk mengurangi *delay period* dari proses pembakaran, dan sebagai akibatnya maka waktu untuk terbakarnya bahan bakar akan menjadi lebih singkat yang secara langsung akan mengurangi pemakaian bahan bakaryadan juga akan mengurangi pemakaian bahan bakar spesifiknya.

Kenaikan pembebanan diprediksikan akan menurunkan konsumsi bahan bakar spesifik sampai didapatkan beban yang menghasilkan daya maksimum dari motor, dan setelah itu pembebanan tidak dapat dinaikkan lagi karena dibatasi oleh kemampuan mesin. Variasi putaran mesin akan mempengaruhi daya dan konsumsi bahan bakar spesifik dari motor. Karena sistem pengapian dengan kapasitor memperbaiki sistem pengapian dan pembakaran, proses pembakaran di ruang bakar akan menjadi lebih sempurna. Sebagai akibatnya maka prosentase emisi gas buang CO juga akan berkurang seiring dengan meningkatnya putaran. Kenaikan pembebanan diprediksikan akan semakin menurunkan prosentase gas buang CO. Hal ini diprediksikan karena kenaikan beban persneling akan meningkatkan daya efektif motor sehingga secara langsung akan menurunkan konsumsi bahan bakar spesifiknya, serta akan mempercepat proses pembakaran di ruang bakar. Sebagai akibatnya maka prosentase emisi gas buang CO akan semakin menurun.

Kesimpulan

Berdasarkan data hasil penelitian dan analisa terhadap data tersebut maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan sistem pengapian dengan kapasitor mampu meningkatkan torsi dan daya efektif motor. Hal ini sangat jelas terlihat pada grafik yang

menyatakan hubungan antara putaran mesin dengan daya efektif.

2. Penggunaan sistem pengapian dengan kapasitor mampu menurunkan konsumsi bahan bakar spesifik motor. Terjadi sedikit peningkatan konsumsi bahan bakar spesifik apabila pemakaian adalah pada putaran rendah, namun berkurang seiring dengan peningkatan putaran motor.
3. Penggunaan sistem pengapian dengan kapasitor mampu menurunkan emisi gas buang CO seiring dengan peningkatan putaran motor.

Daftar Pustaka

- [1] Arends B.P.M., Berenschofh (1992), "Motor Bensin", Alih Bahasa Umar Sukrisno, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- [2] Astra Honda Training Center (1978), "Pengantar Teori Motor Bensin", PT. Astra Internasional, Inc., Jakarta.
- [3] Daryanto, (2001), "Sistem Pengapian Mobil", Edisi ke -1, PT. Bumi Aksara, Jakarta.
- [4] Sastrawijaya, T. (1991), "Pencemaran Lingkungan", Cetakan I, Penerbit Rineka Cipta, Jakarta.