

## **RANCANG BANGUN SISTEM PENGAPIAN SEMI ELEKTRONIK DOUBLE TRIGGER SEBAGAI PENGEMBANGAN SISTEM PENGAPIAN KONVENSIONAL**

**Hasan Holik, Haris Mujianto, Gatut Rubiono**

Universitas PGRI Banyuwangi, Jl. Ikan Tongkol 22 Banyuwangi

Email: rubionov@yahoo.com

### **ABSTRACT**

*Technology development has negative impact for konvensional automotive product. Electronic system has lower exhaust emission than konvensional system. Konvensional system still can develop in order to minimize environmental risk. The development of konvensional system can be done by changing the system into semi electronic. It is need an addition of CDI DC system and replacement of switch between pulser and trigger. Trigger must made at distributor shaft with high precision working. This research is aimed to develop konvensional ignition system into semi electronic to increase the performance of automotive engine.*

*Keywords: ignition system, konvensional, semi electronic, double trigger*

---

### **I. PENDAHULUAN**

Perkembangan teknologi yang sangat pesat telah memberikan dampak perubahan yang sangat besar dibidang otomotif, khususnya pada sistem pengapian kendaraan. Dari hari ke hari selalu ada inovasi baru untuk mengembangkan sistem pengapian yang ada pada kendaraan. Hal ini dilakukan demi tercapainya performa mesin yang maksimal, mengingat sistem pengapian adalah salah satu sistem utama pendukung kerja *engine*. Tanpa sistem pengapian kendaraan tidak akan bisa berfungsi.

Sistem pengapian sangat penting sekali pada motor bensin, karena pada motor bensin bahan bakar yang bercampur dengan udara tidak bisa terbakar dengan sendirinya, oleh karena itu sangat dibutuhkan sistem pengapian pada motor bensin yang tepat sesuai dengan timingnya, dan sesuai dengan *firing ordemya*, sehingga kegagalan pembakaran pada motor bensin tidak terjadi.

Perkembangan sistem pengapian dimulai dari sistem pengapian konvensional yaitu sistem pengapian magnet dan platina, akibat perkembangan jaman dan kemajuan teknologi sistem pengapian konvensional sudah mulai ditinggalkan karena dianggap sudah tidak efektif. Dalam perkembangannya sistem pengapian konvensional digantikan dengan sistem pengapian elektronik, yang mana sistem pengapian elektronik dianggap mampu melayani beban *mesin* dalam segala kondisi. Dengan demikian kendaraan dengan sistem pengapian konvensional akan tersisih dan mungkin tidak digunakan lagi karena dianggap tidak efektif.

Berdasarkan permasalahan yang timbul di atas, bagaimana caranya kendaraan dengan sistem pengapian

konvensional tetap bisa bersaing dengan kendaraan modern. Berdasarkan analisa, sistem pengapian konvensional bisa dikembangkan menjadi sistem pengapian semi elektronik. Dikatakan sistem pengapian semi elektronik karena sebagian komponen masih menggunakan komponen sistem pengapian konvensional, hanya pemutus arus primer yang semula menggunakan kontak pemutus diganti dengan elektronik. Untuk pembuktiannya dibuatlah sistem pengapian semi elektronik untuk kendaraan Suzuki jimmy katana yang semula menggunakan sistem pengapian konvensional, yang mana disini ada sedikit perubahan dan penambahan komponen. Sistem pengapian semi elektronik untuk kendaraan konvensional ini disebut "sistem pengapian *double trigger*".

Sumariyah et al, 2004 meneliti rancang bangun sistem pembangkit plasma lucutan pijar korona dengan sistem pengapian mobil termodifikasi untuk pereduksian COx. Pada penelitian ini dibuat prototipe pembangkit plasma dengan sistem pengapian mobil termodifikasi untuk pereduksian COx. Plasma dibangkitkan dalam reaktor plasma dengan konfigurasi pisau bidang yang berisi gas emisi kendaraan bermotor 1600cc. Hasil penelitian menunjukkan bahwa prototipe sistem pengapian mobil termodifikasi telah mampu membangkitkan plasma dalam reactor dengan ditandai adanya arus listrik mengalir dalam reaktor. Dan besarnya arus listrik yang mengalir  $I_{min} = 40$  mA serta  $I_{max} = 220$  mA. Prototipe sistem pembangkit plasma dengan sistem pengapian mobil termodifikasi telah dapat diaplikasikan dalam teknologi pereduksian gas COx pada kendaraan

bermotor 1600 cc. Kemampuan reduksi terbaik dalam pereduksian menggunakan sistem ini terhadap CO<sub>2</sub> sebesar 32% dan gas CO sebesar 40%, keduanya dalam kondisi gas mengalir dan putaran distributor 1320 rpm serta arus yang mengalir dalam reaktor sebesar 220 mA.

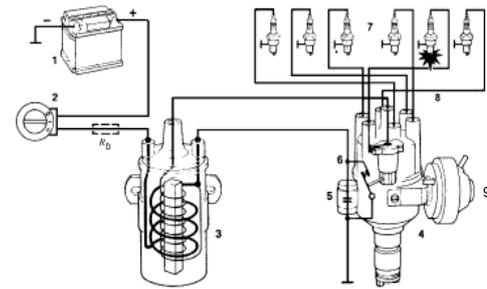
Nugraha BS, Sriyanto J, 2006 meneliti perbandingan kinerja sistem pengapian elektronik tipe magneto (AC-CDI) dan tipe battery (DC-CDI) ditinjau dari konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang pada sepeda motor. Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara keseluruhan sistem pengapian DC-CDI mampu memperbaiki kinerja motor pada putaran rendah hingga menengah dalam hal meningkatkan efisiensi pemakaian bahan bakar dan menurunkan kadar emisi gas buang karbon monoksida dan hidrokarbon yang dihasilkan, dibandingkan sepeda motor yang menggunakan sistem pengapian DC-CDI.

Sinaga, J.B, 2008 meneliti pengaruh jarak kerenggangan elektroda busi terhadap konsumsi bahan bakar pada motor bensin. Motor bakar torak jenis motor bensin adalah salah satu penggerak mula yang pada saat ini masih banyak digunakan untuk menggerakkan kendaraan. Motor bakar ini mengubah energi panas menjadi energi mekanik, dimana energi panas tersebut diperoleh dari pembakaran bahan bakar dan udara di dalam mesin itu sendiri. Busi yang digunakan adalah busi Nipodenso (ND) tipe W16 EX-U dari 0,1 mm sampai 0,9 mm. Setelah tahap persiapan dilakukan pengujian mesin dapat dilakukan. Data-data konsumsi bahan bakar, putaran mesin untuk transmisi 1 sampai 5 dan jarak tempuh dalam waktu yang ditentukan selama 3 menit kemudian dicatat dengan pengulangan pengujian untuk setiap perlakuan elektroda dilakukan 2 kali. Hasil pengujian yang dilakukan terhadap mesin Toyota Kijang 6 K menunjukkan bahwa jarak elektroda busi mempengaruhi percikan bunga api untuk proses pembakaran bahan bakar dan udara, dan jarak yang paling ideal adalah 0,8 mm dimana pada jarak ini menghasilkan proses pembakaran yang paling efisien.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### Sistem Pengapian Konvensional

Sistem pengapian konvensional adalah sistem pengapian yang menggunakan kontak pemutus (breaker point) sebagai pemicu timbulnya induksi tegangan tinggi dan baterai sebagai sumber tegangannya.



1. Baterai, 2. Sakelar pengapian dan start, 3. Coil pengapian, 4. Distributor pengapian 5. Capacitor pengapian, 6. Kontak poin, 7. Busi, 8. Kabel busi Rb. Ballast Resistor

Gambar 1. Sistem Pengapian Konvensional (Modul sistem pengapian konvensional VEDC Malang)

## IV. HASIL PENELITIAN

### Desain Pembuatan Trigger Pada Chamshaft Distributor

Perencanaan pembuatan *trigger* pada sistem pengapian *double trigger* harus memperhatikan lama waktu pembakaran normal, karena diharapkan pembakaran tetap dekat setelah TMA, sehingga daya motor yang dihasilkan akan maksimal. Perhitungan yang dilakukan adalah pada kecepatan minimal 60 dan 80 km/jam pada kendaraan tipe *Suzuki Jimmy Katana* berdasarkan penelitaian dan pengamatan yang telah dilakukan.

Analisa 1:

$$V \text{ kendaraan} = 60 \text{ km/jam}$$

$$T = 60 \text{ menit}$$

$$D \text{ roda} = 56 \text{ cm}$$

$$\text{Pinion gear} = 10 \text{ gigi}$$

$$\text{Ring gear} = 43 \text{ gigi}$$

Transmisi pada posisi gigi empat.

Dalam satu putaran roda menempuh jarak 1,758 m.

Perhitungan yang dicari:

1. Putaran roda selama 60 km/jam.

$$\text{Putaran roda} = \frac{60.000 \text{ m/jam}}{1.758 \text{ m}} = 34.129,693 \text{ putaran/jam}$$

2. Putaran *engine* pada kecepatan kendaraan 60 km/jam.

$$\text{Putaran engine} = \frac{43}{10} \times 34.129,693 = 146.757,68 \text{ put / jam}$$

3. Putaran mesin dalam menit:

$$\frac{146.757,68 \text{ putaran/jam}}{60 \text{ menit}} = 2.445,96 \text{ rpm}$$

Pada kendaraan empat langkah putaran poros distributor setengah dari putaran poros engkol, sehingga:

$$\begin{aligned} \text{Putaran distributor} &= 2445,96/2 \\ &= 1.222,98 \text{ rpm} \end{aligned}$$

Karena waktu pembakaran berjalan dalam mili sekon, maka putaran poros distributor diubah menjadi satuan mili sekon.

$$\begin{aligned} \text{Putaran dalam sekon} &= 1.222,98/60 \\ &= 20,383 \text{ rpm} \end{aligned}$$

Dalam satu sekon poros distributor berputar 20,383 rps, maka satu putaran poros distributor menempuh waktu:

$$\frac{1 \text{ putaran}}{20.383 \text{ rps}} = 0,049 \text{ sekon}$$

Satu putaran poros distributor membutuhkan waktu selama 0,049 sekon. Sehingga dalam satu derajat poros distributor membutuhkan waktu selama:

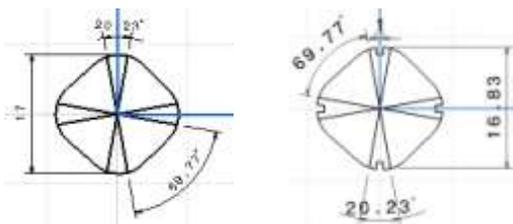
$$\frac{0,049 \text{ sekon}}{360^\circ} = 0,000136 \text{ sekon}$$

atau 0,136 ms

Diasumsikan lama pembakaran normal selama  $\approx 2 \text{ ms}$   $^\circ Pe$ , maka waktu pengapian dari sistem *trigger* harus  $\leq 2 \text{ ms}$ , sehingga didapat perhitungan sebagai berikut untuk menentukan derajat pembakaran, sehingga waktu pembakaran  $\leq 2 \text{ ms}$ .

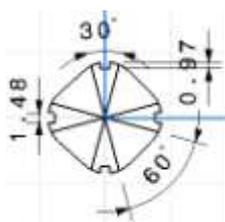
$$\begin{aligned} \text{Waktu pengapian } (^\circ) &= \frac{2 \text{ ms}}{0,136 \text{ ms}} \\ &= 14,706^\circ Pe \end{aligned}$$

Sehingga antara loncatan bunga api pertama dan kedua mempunyai jarak  $\approx 14,706^\circ$ . Pembagian *cam* berdasarkan perhitungan di atas dapat dilihat pada gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Sudut pada cam distributor dengan kecepatan kendaraan 60 km/jam

Cara yang sama dilakukan untuk analisa 2 dengan kecepatan kendaraan = 80 km/jam.



Gambar 3. Sudut pada cam distributor dengan kecepatan kendaraan 80 km/jam

Berdasarkan perhitungan di atas diambil kecepatan standart minimum yang sering digunakan adalah 60 km/jam, dengan asumsi sebagai berikut:

1. Derajat pembagian untuk sudut pengapian lebih besar, sehingga mempermudah dalam pengerjaan.
2. Mempermudah dalam pencarian alat pendukung pengerjaan.
3. Diharapkan dapat membantu akselerasi pada kecepatan  $\geq 80 \text{ km/jam}$ .
4. Diharapkan dapat menghasilkan daya pengapian yang maksimal pada kecepatan  $\geq 60 \text{ km/jam}$ .

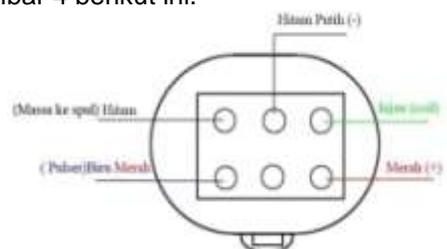
### Perhitungan Tebal Trigger.

Dalam menentukan tebal *trigger* yang akan digunakan dalam sistem pengapian *double trigger*, diperlukan percobaan yang berulang-ulang untuk mendapatkan tebal *trigger* yang tepat, sehingga pada saat difungsikan dapat beroperasi seperti yang diharapkan. Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan dengan tebal plat percobaan sebesar 0,1 sampai 1,0 dengan jarak mulai dari 0,1 sampai 0,5 disimpulkan hasil akhir yang dipakai sebagai tebal *trigger* yang ideal adalah sebesar 0,7 mm dengan jarak antara *trigger* dengan pulser adalah 0,3 mm, hal ini berdasarkan percobaan yang dilakukan dengan alasan sebagai berikut:

1. Mempermudah dalam proses pengerjaan.
2. Tegangan yang dihasilkan lebih stabil bila dibandingkan dengan tebal plat yang lain.
3. Tebal *trigger* 0,7 mm merupakan hasil kompromi antara diameter poros distributor dan saat pengapian.
4. Mampu melayani dalam berbagai kondisi putaran *engine* karena tegangan minimal yang dihasilkan adalah 2,58 Volt dengan jarak 0,5 mm.

### Terminal Utama Unit Capacitive Discharge Ignition (CDI)

Unit CDI yang digunakan pada sistem pengapian *double trigger* mempunyai enam terminal utama tetapi dalam penerapannya hanya digunakan lima terminal yaitu positif, negatif, positif pulser, negatif pulser, dan koil. Terminal unit CDI dapat dilihat pada gambar 4 berikut ini.



Gambar 4. Terminal utama unit CDI

Berdasarkan gambar 4 dapat dijelaskan mengenai kode warna pada unit CDI sistem pengapian *double trigger*.

- Warna kuning digunakan untuk terminal pulser negatif CDI yang dihubungkan dengan kabel terminal negatif dari pulser.
- Warna merah digunakan untuk terminal pulser positif CDI yang dihubungkan dengan kabel terminal positif dari pulser.
- Warna kuning/merah digunakan untuk terminal koil CDI yang dihubungkan dengan terminal positif koil pengapian.
- Warna hijau digunakan untuk terminal positif CDI yang dihubungkan dengan terminal 15 kunci kontak.
- Warna hitam digunakan untuk terminal negatif CDI yang dihubungkan dengan masa.

### Hasil Perencanaan

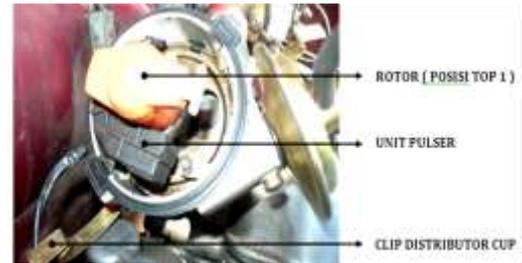
Hasil perencanaan system pengapian *double trigger* seperti pada gambar 5 berikut:



Gambar 5. Unit Engine dan Unit Pengapian Semi Elektronik *Double Trigger*

### Cara Pelepasan Unit Distributor Dari Engine

Sebelum melepas body distributor, harus membuka terlebih dahulu clip distributor cup, selanjutnya rotor diarahkan ke salah satu posisi saluran kabel busi sesuai kode yang tertera di tutup distributor. Biasanya yang sering diambil ke arah posisi top satu, dengan cara memutar poros engkol searah putaran jarum jam. Kemudian melepas 2 kabel terminal dari pulser yang menuju unit CDI dengan cara melepas socket penghubung, selanjutnya baut pengikat pada body distributor dilepas dengan kunci ring 12, kemudian body distributor diangkat.



Gambar 6. Distributor Saat Akan Dilepas

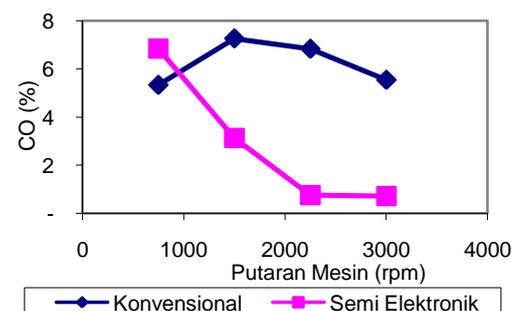
### Cara Pemasangan Unit Distributor

Sebelum memasang unit distributor *double trigger* pastikan cylinder no satu tepat pada posisi top kompresi, selanjutnya menempatkan posisi rotor ke posisi arah kabel busi no satu dengan sedikit menggeser posisi rotor ke arah kebalikan putaran rotor dengan tujuan agar pada saat dimasukkan celah gigi distributor tepat dengan gigi penggerak yang ada pada *cam shaft*. Kemudian baut pengikat body distributor dipasang jangan dikeraskan terlebih dahulu, selanjutnya memasang socket kabel penghubung pulser dengan unit CDI, berikutnya tutup distributor dipasang dengan clip dikaitkan ke body distributor memeriksa kembali urutan pengapian pada kendaraan tersebut. Selanjutnya engine siap dihidupkan dan kita periksa saat pengapian dengan menggunakan *timing light*, dengan cara memutar body distributor.



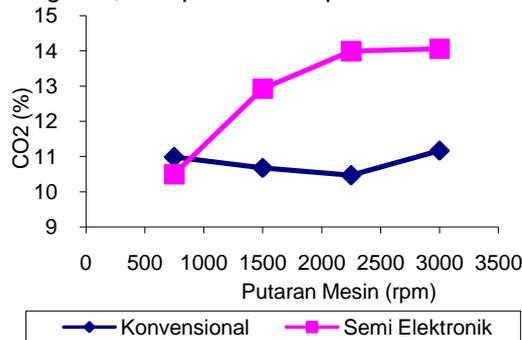
Gambar 7. Distributor Saat Akan Dipasang ke Engine Sesuai Top Kompresi

### Hasil Uji Coba Sistem



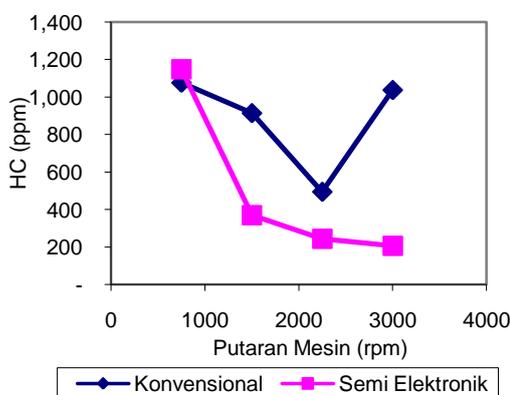
Gambar 8. Grafik Gas CO

Grafik pada gambar 8 di atas menunjukkan bahwa prosentase gas CO pengapian konvensional lebih besar dibandingkan pengapian semi elektronik. Prosentase terbesar terjadi pada sistem konvensional pada putaran mesin 1500 rpm yaitu sebesar 7.27% dan nilai prosentase pada pengapian semi elektronik hanya 3,14% pada putaran yang sama. Nilai prosentase gas CO pada pengapian semi elektronik akan semakin menurun sampai dengan 0,73% pada 3000 rpm.



Gambar 9. Grafik Gas CO2 %

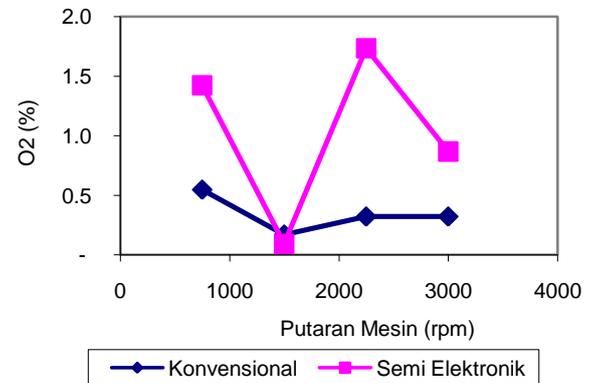
Grafik pada gambar 9 di atas menggambarkan bahwa prosentase gas CO2 untuk pengapian konvensional lebih kecil dibandingkan dengan gas CO2 pengapian semi elektronik. Prosentase terbesar terjadi pada variasi system pengapian semi elektronik *double trigger* pada putaran mesin 3000 rpm yaitu sebesar 14.06%, sedangkan prosentase terkecil terjadi pada variasi system pengapian konvensional pada putaran mesin 750 rpm yaitu sebesar 10.98%, dimana fenomena ini menggambarkan bahwa semakin rendah kadar CO2 dalam gas buang menandakan bahwa efisiensi pembakaran tidak bagus.



Gambar 10. Grafik Emisi HC ppm

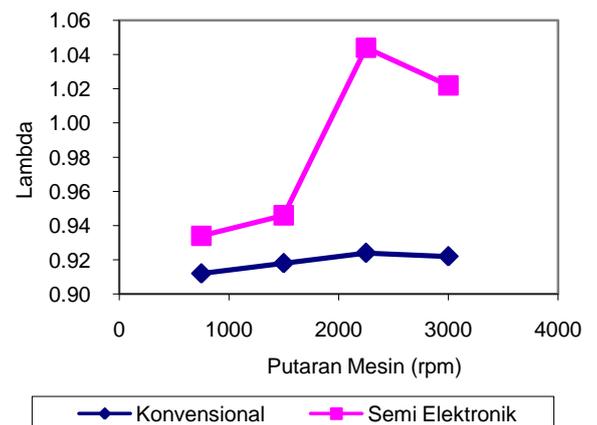
Grafik pada gambar 10 di atas memberikan gambaran bahwa emisi HC untuk pengapian konvensional lebih besar dibandingkan dengan emisi HC pengapian

semi elektronik. Prosentase terbesar terjadi pada variasi system pengapian konvensional pada putaran mesin 750 rpm yaitu sebesar 1,077,00 ppm, sedangkan Prosentase terkecil terjadi pada variasi system pengapian semi elektronik *double trigger* pada putaran mesin 3000 rpm yaitu sebesar 206,80 ppm.



Gambar 11. Grafik Kadar O2

Prosentase kadar O2 untuk pengapian konvensional lebih kecil dibandingkan dengan kadar O2 pada pengapian semi elektronik, dimana hal ini terlihat jelas pada grafik di atas, yaitu prosentase terkecil terjadi pada variasi system pengapian konvensional pada putaran mesin 1500 rpm sebesar 0.17% sedangkan Prosentase terbesar yaitu 1,73% terjadi pada variasi system pengapian semi elektronik *double trigger* pada putaran mesin 2250 rpm.



Gambar 12. Grafik Lambda

Grafik pada gambar 12 di atas memberikan gambaran bahwa nilai lambda untuk pengapian konvensional lebih cenderung kecil dibandingkan dengan nilai lambda pada pengapian semi elektronik. Prosentase nilai lambda terkecil terjadi pada variasi system pengapian konvensional pada

putaran mesin 750 rpm yaitu sebesar 0.91%, disisi lain prosentase terbesar terjadi pada variasi system pengapian semi elektronik *double trigger* yaitu sebesar 1,04% pada putaran mesin 2250 rpm.

### Pembahasan Gas CO

Gas CO untuk pengapian konvensional lebih besar dibandingkan dengan gas CO pengapian semi elektronik. Prosentase terbesar terjadi pada variasi system pengapian konvensional pada putaran mesin 1500 rpm yaitu sebesar 7.27%. Prosentase terkecil terjadi pada variasi system pengapian semi elektronik *double trigger* pada putaran mesin 3000 rpm yaitu sebesar 0,73%. Hal ini disebabkan karena pengapian semi elektronik *double trigger* memiliki tingkat loncatan bunga api lebih besar pada setiap putaran mesin jika dibandingkan dengan pengapian konvensional. Substansi CO merupakan hasil gabungan karbon dan oksigen, CO dihasilkan mana kala terjadi pembakaran tidak sempurna yang di akibatkan oleh kurangnya oksigen pada proses pembakaran dalam mesin (campuran bensin dan udara kaya). Emisi CO tidak berwarna dan tidak beraroma, namun sangat beracun. Rata-rata emisi CO pada mesin 4 langkah dalam kondisi normal:

Mesin karburator → 1,5 – 4,5%  
Mesin EFI → 0,5 - 1,5%

### Pembahasan Gas CO<sub>2</sub>.

Gas CO<sub>2</sub> untuk pengapian konvensional lebih kecil dibandingkan dengan gas CO<sub>2</sub> pengapian semi elektronik. Prosentase terkecil terjadi pada variasi system pengapian konvensional pada putaran mesin 750 rpm yaitu sebesar 10.98%. Prosentase terbesar terjadi pada variasi system pengapian semi elektronik *double trigger* pada putaran mesin 3000 rpm yaitu sebesar 14.06%. Hal ini disebabkan karena pengapian semi elektronik *double trigger* memiliki tingkat loncatan bunga api lebih besar pada setiap putaran mesin sehingga proses pembakaran di dalam ruang bakar *engine* lebih ideal/*homogen* jika dibandingkan dengan pengapian konvensional. Makin tinggi substansi CO<sub>2</sub> dalam gas buang mengindikasikan bahwa semakin baik pembakaran, semakin rendah kadar CO<sub>2</sub> dalam gas buang menandakan bahwa efisiensi pembakaran tidak bagus. Rata-rata substansi CO<sub>2</sub> pada mesin 4 langkah dalam kondisi normal:

Mesin Karburator → 12-15%  
Mesin EFI → 12-16%

### Pembahasan Gas HC

Hydrocarbon adalah bahan bakar mentah yang tidak terbakar selama proses pembakaran di dalam ruang bakar. Gas ini berasal dari:

- Bahan bakar mentah yang tersisa dekat dengan dinding silinder setelah terjadi pembakaran dan dikeluarkan saat langkah buang.
- Gas yang tidak terbakar dalam ruang bakar setelah terjadi gagal pengapian (misfiring), pada saat mesin diakselerasi ataupun deselerasi.

Emisi HC untuk pengapian konvensional lebih besar dibandingkan dengan emisi HC pengapian semi elektronik *double trigger*. Prosentase terbesar terjadi pada variasi system pengapian konvensional pada putaran mesin 750 rpm yaitu sebesar 1,077,00 ppm. Prosentase terkecil terjadi pada variasi system pengapian semi elektronik *double trigger* pada putaran mesin 3000 rpm yaitu sebesar 206,80 ppm. Hal ini disebabkan karena pengapian semi elektronik *double trigger* memiliki loncatan bunga api 2 kali percikan dan lebih besar pada setiap putaran mesin sehingga proses pembakaran didalam ruang bakar *engine* lebih sempurna dan bisa mencegah gagal pengapian (misfiring) jika dibandingkan dengan pengapian konvensional. Emisi HC yang berlebihan juga menyebabkan fenomena photochemical smok/kabut. Karena HC merupakan sebagian bensin yang tidak terbakar, makin tinggi emisi HC berarti tenaga mesin makin berkurang dan konsumsi bahan bakar semakin meningkat. Emisi HC diukur dalam satuan ppm (part per million) hubungan antara ppm HC dan persen HC sebagai berikut:

- Jika 0,1% campuran tidak terbakar, menghasilkan 20 ppm HC.
- Jika 1% campuran tidak terbakar, menghasilkan 200 ppm HC.
- Jika 10% campuran tidak terbakar, menghasilkan 2.000 ppm HC.
- Jika 100% campuran tidak terbakar, menghasilkan 20.000 ppm HC.

Penurunan emisi HC bisa dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- Bentuk ruang bakar yang sempurna sehingga pembakaran lebih baik.
- Pengapian yang bagus dan tepat waktu pembakaran.

### Pembahasan Gas O<sub>2</sub>

Kadar O<sub>2</sub> untuk pengapian konvensional lebih kecil dibandingkan dengan kadar O<sub>2</sub> pengapian semi elektronik *double trigger*. Prosentase terkecil terjadi

pada variasi system pengapian konvensional pada putaran mesin 1500 rpm yaitu sebesar 0.17%. Prosentase terbesar terjadi pada variasi system pengapian semi elektronik *double trigger* pada putaran mesin 2250 rpm yaitu sebesar 1,73%. Hal ini disebabkan karena pengapian semi elektronik *double trigger* memiliki percikan api lebih besar pada setiap putaran mesin sehingga proses pembakaran di dalam ruang bakar *engine* lebih sempurna jika dibandingkan dengan pengapian konvensional. Oksigen merupakan sisa oksigen yang tidak ikut terbakar selama proses pembakaran akibat dari pembakaran yang tidak sempurna. makin tinggi kadar substansi O<sub>2</sub> dalam gas buang mesin mengindikasikan bahwa pembakaran miskin/kurus, dan sebaliknya makin rendah kadar substansi O<sub>2</sub> dalam gas buang mesin mengindikasikan bahwa pembakaran kaya(boros). Rata-rata substansi O<sub>2</sub> pada mesin 4 langkah dalam kondisi normal:

Mesin Karburator → 0,5-2%  
Mesin Efi → 0,5-2%

#### Pembahasan Lambda

Lambda untuk pengapian konvensional lebih kecil dibandingkan dengan lambda pengapian semi elektronik. Prosentase terkecil terjadi pada variasi system pengapian konvensional pada putaran mesin 750 rpm yaitu sebesar 0.91%. Prosentase terbesar terjadi pada variasi system pengapian semi elektronik *double trigger* pada putaran mesin 2250 rpm yaitu sebesar 1,04%. Hal ini disebabkan karena pengapian semi elektronik *double trigger* memiliki loncatan bunga api 2 kali percikan dan lebih besar pada setiap putaran mesin sehingga proses pembakaran didalam ruang bakar *engine* lebih sempurna jika dibandingkan dengan pengapian konvensional. Lambda merupakan kesimpulan proses pembakaran yang terjadi di mesin, jika lambdanya 1 (satu), berarti pembakaran bahan bakar dimesin sangat efisien/ideal, dalam artian komposisi percampuran udara dan bahan bakar benar-benar homogen. Namun biasanya kita sangat sulit untuk *tune up* kendaraan untuk memperoleh nilai lambda dengan angka 1 (satu). Oleh karenanya nilai lambda ini mempunyai posisi range nilai 0,95 s/d 1,05. Jika nilai Lambda kurang dari angka itu berarti terjadi percampuran gemuk (kebanyakan bensin), sedangkan jika nilai Lambda melebihi dari angka itu menandakan campuran kurus (kebanyakan udara).

#### Pembahasan Umum

Dari hasil tabel penelitian emisi gas buang serta melihat grafik emisi gas buang dengan pengujian pada kendaraan *Suzuki Jimmy* Katana Tahun 1988, dimana pengapian semi elektronik *double trigger* emisi gas buangnya lebih ramah lingkungan jika dibandingkan dengan menggunakan sistem pengapian konvensional. Hal ini disebabkan karena sistem pengapian *double trigger* mampu melayani suplai tegangan tinggi pada sirkuit sekunder sehingga mampu membakar campuran udara dan bahan bakar didalam ruang bakar mesin, sehingga hampir seluruh (99%) kandungan emisi gas buang habis terbakar, oleh sebab itu emisi gas buangnya dapat dikatakan sangat ramah lingkungan.

Pada pengujian sistem pengapian semi elektronik *double trigger* yang telah dilakukan memberikan gambaran akhir dimana sistem pengapian semi elektronik memiliki tingkat pembakaran yang lebih sempurna. Jika dilihat dari nilai standart uji emisi yang diberlakukan oleh kementerian Lingkungan Hidup RI untuk gas CO batas maksimal adalah 4,5%, sedangkan hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan nilai rata-rata gas CO hanya 2,87%. sedangkan batas maksimal untuk kadar HC yang diizinkan yaitu sebesar 1200 ppm, pada penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa rata-rata kadar HC pada sistem pengapian semi elektronik sebesar 492.60 ppm.

#### V. PENUTUP

1. Hasil penelitian rancang bangun sistem pengapian semi elektronik *double trigger* pengembangan sistem pengapian konvensional memberikan pengaruh pada emisi gas buang.
2. Sistem pengapian semi elektronik *double trigger* sangat berpengaruh pada emisi gas buang dimana terjadi 2 kali percikan api dan lebih besar pada setiap putaran mesin sehingga proses pembakaran didalam ruang bakar *engine* lebih sempurna dan bisa mencegah gagal pengapian (*misfiring*).
3. Sistem pengapian semi elektronik jauh lebih baik jika dibandingkan dengan system pengapian konvensional, terbukti kadar emisi gas buang pengapian semi elektronik *double trigger* rata-rata lebih ramah lingkungan.
4. Sistem pengapian semi elektronik jauh lebih baik dibandingkan dengan sistem pengapian konvensional dimana hal ini ditunjukkan pada nilai rata-rata

prosentase CO 2,87%, CO<sub>2</sub> 12.87%, HC 492.60 ppm, O<sub>2</sub> 1.03%,  $\lambda$  0,99.

5. Emisi gas buang yang di ijin kementerian lingkungan hidup RI:
  - a. Gas CO : 4,5%
  - b. Gas CO<sub>2</sub> : 12-15%
  - c. Gas HC : 1200 ppm
  - d. Kadar O<sub>2</sub> : 0,5-2%
  - e. Lambda : 0,95-1,05

Untuk penelitian selanjutnya:

1. Pemilihan CDI DC harus dilakukan dengan cermat karena ini berkaitan dengan kemampuan frekwensi CDI DC untuk melayani pengapian ganda dalam berbagai kondisi putaran dan beban mesin.
2. Gunakan mikrokontrol sebagai pengganti CDI DC agar sistem pengapian *double trigger* benar-benar bisa menghasilkan tegangan yang maksimal dan mampu beroperasi sesuai putaran dan beban engine.
3. Gunakan koil *high energi ignition (HEI)* untuk menggantikan peran koil konvensional, karena koil konvensional kemampuannya sangat terbatas untuk kondisi putaran tinggi.
4. Data dari hasil pengujian yang telah ada pada laporan ini diharapkan sebagai acuan dasar untuk penelitian emisi gas buang dan daya motor/mesin untuk pengembangan sistem pengapian *double trigger*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bahan pelatihan Nasional RI, 2002, *Cara kerja sistem pengapian 50-011-1* hal 1/8. [http://file.upi.edu/Direktori/FPTK/JUR.\\_PEND.\\_TEKNIK\\_MESIN](http://file.upi.edu/Direktori/FPTK/JUR._PEND._TEKNIK_MESIN)
- Modul Sistem Pengapian Elektronik VEDC Malang, 2000
- Nugraha BS, Sriyanto J, 2006, *Perbandingan Kinerja Sistem Pengapian Elektronik Tipe Magneto (AC-CDI) Dan Tipe Battery (DC-CDI) Ditinjau Dari Konsumsi Bahan Bakar Dan Emisi Gas Buang Pada Sepeda Motor*, Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta
- Sinaga JB, 2008, *Pengaruh Jarak Kerenggangan Elektroda Busi Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Pada Motor Bensin*, Seminar Hasil Penelitian & Pengabdian kepada Masyarakat, Unila
- Sugiarto B, 2004, *Sistem Injeksi Bahan Bakar Sepeda Motor Satu Silinder Empat Langkah*, Makara, Teknologi 8(3): 77-82
- Sumariyah, Triyanto A, April MN, 2004, *Rancang Bangun Sistem Pembangkit Plasma Lucutan Pijar Korona Dengan Sistem Pengapian Mobil Termodifikasi Untuk Pereduksian Cox*, Berkala Fisika 7(2): 63-69