

# Analisis Sistem Pengapian : Distributor Ignition System dan Distributorless Ignition System sebagai Upaya Meningkatkan Kualitas Pembakaran

Liza Rusdiyana<sup>1)\*</sup>, Bambang Sampurno<sup>1)</sup>, Syamsul Hadi<sup>1)</sup>, I.N. Sutantra<sup>1)</sup>

Jurusan Teknik Mesin Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, Indonesia  
liza@me.its.ac.id

## Abstrak

Pada saat ini kendaraan roda empat memiliki sistem pengapian dengan distributor dan tanpa distributor/distributorless. Saat ini terjadi kecenderungan untuk meniadakan sistem distributor (*distributorless*) pada sistem pengapian. Hal ini dikarenakan pada sistem pengapian konvensional memiliki banyak kelemahan diantaranya kerusakan pada platina, keausan pada *moving parts*. Dalam aplikasinya, kendaraan roda empat juga ada menggunakan sistem *distributorless*. Sistem ini lebih mampu secara tepat memenuhi *timing ignition* pada berbagai kecepatan untuk memperoleh proses pembakaran yang sempurna. Berdasarkan kelemahan sistem distributor, maka dalam penelitian ini dirancang sistem *open loop distributorless digital multipurpose* yang diharapkan mampu meningkatkan kualitas pembakaran. Untuk mengetahui unjuk kerja sistem distributor dan sistem OLDDM maka dilakukan pengujian dan kemudian dibandingkan antara distributor dan OLDDM. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem OLDDM lebih unggul daripada sistem distributor, tegangan dan arus baik primer maupun sekunder yang dihasilkan mampu stabil pada putaran rendah maupun tinggi, dimana nilainya sebesar 11.9 V dan 21.5 kV serta 1.9 A dan 4.8 A .

**Kata kunci:** *Distributorless*, tegangan dan pengapian

## Abstract

Recently there are two methods of ignition system for a four-wheeled vehicle that is the distributor and without distributor (*distributorless*). In nowadays there is a tendency to replace the distributor system in the ignition system. This is because the conventional ignition system has many disadvantages including damage to the contactor part, wear and tear on moving parts. In its application, there is also a four-wheel drive system uses *distributorless* . This system is able to precisely meet the ignition timing at various speeds to obtain a perfect combustion process. Based on the weakness of distributor system, so in this study open-loop system designed multipurpose digital distributorless (OLDDM) is expected to improve the quality of combustion. To determine system performance and system distributor OLDDM then was tested and then compared between the distributor and OLDD M. The results show that the OLDDM is superior than distributor system. The result of voltage and current both primary and secondary is stable at low and high rotation, where the value are 11.9 V and 21.5 kV and 1.9 A and 4.8 A.

**Keywords:** *Distributorless*, voltage and ignition

## 1. PENDAHULUAN

Pada konferensi tingkat tinggi seluruh kepala negara di Jepang tentang pemanasan global salah satu hasilnya yaitu penekanan hasil pembakaran CO<sub>2</sub>. Kendaraan bermotor adalah salah satu penyumbang terbesar untuk gas CO<sub>2</sub>. Tidak diragukan lagi penerapan teknologi digital pada kendaraan bermotor merupakan tuntutan kendaraan masa kini dan mendatang yaitu kendaraan yang mampu mengurangi emisi gas buang menuju *Zero Emission Vehicle (ZEV)*, memiliki kemampuan dalam menekan pemakaian energi menuju *Zero Loss Energy (ZLE)* dan mengurangi noise seminimal mungkin menuju *Zero Noise*. Salah satu komponen penting dalam perbaikan kualitas emisi gas buang dan penghormatan bahan bakar adalah sistem pengapian dimana didalamnya terdapat pendistribusi tegangan pada masing-masing busi. Distributor berfungsi membagikan tegangan sekunder pada masing-masing silinder yang berasal dari koil. Sistem ini murni mekanis yaitu memanfaatkan putaran *camshaft* untuk membagi tegangan skunder ke masing-masing busi, sehingga sistem ini relatif sederhana.

---

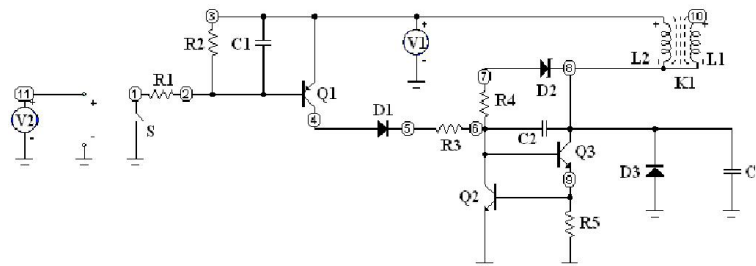
\* Penulis korespondensi, HP: (031)5946230  
Email: liza@me.its.ac.id

Namun sistem tersebut memiliki beberapa kelemahan diantaranya kerusakan permanen pada platina dan kapasitor akibat dialiri arus yang cukup besar, keausan pada komponen bergerak (*moving parts*), kerusakan pada komponen *vacuum advancer* dan rute pengapian yang relatif panjang. Hal ini dapat mengurangi akselerasi mesin dan mengurangi sistem pembakaran menjadi tidak sempurna. Untuk mengatasi permasalahan sistem pengapian dengan distributor dengan segala kerugiannya tersebut maka dikembangkan sistem pengapian tanpa distributor/distributorless. Sistem *distributorless* yang dikembangkan di atas sudah terbagi secara independen (masing-masing busi). Saat ini terdapat 2 sistem pengapian tanpa distributor yaitu 1. *Distributorless Dual Ignition System*. 2. *Digital Distributorless Ignition System* [1,2]. Distributorless Dual Ignition System dipakai pada beberapa kendaraan seperti Suzuki APV (2004), Hyundai Atoz (2005), Daihatsu Xenia (2007), dan Suzuki New Karimun Estillo (2009). Sedangkan digital distributorless ignition system dipakai pada kijang innova (2010).

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu, terdapat peluang distributorless ignition system lebih menjanjikan untuk memberikan peningkatan performa kendaraan dan kualitas pembakaran. Pada makalah ini akan dilakukan pengujian untuk mengeksplorasi performa sistem pengapian dengan distributor dan tanpa distributor/distributorless.

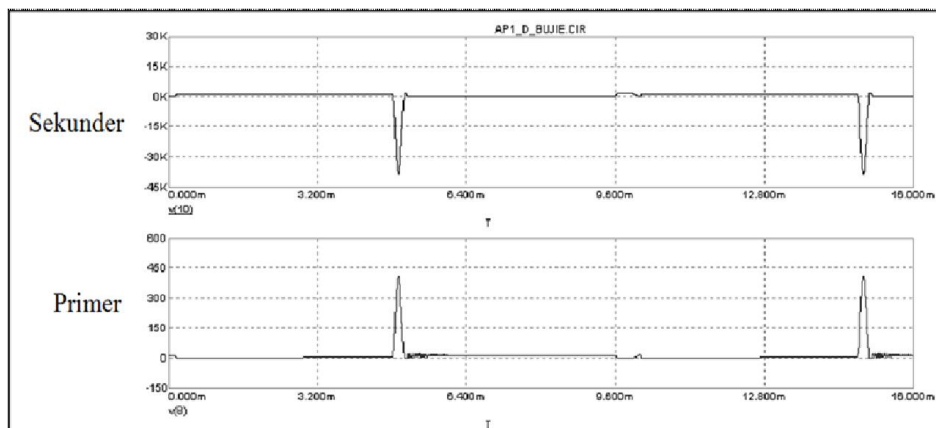
Sistem pengapian pada kendaraan bermotor adalah sistem yang berkaitan dengan penyalan pada campuran bahan bakar dan udara melalui busi dengan loncatan bunga api. Apabila sistem penyalan terjadi pada saat yang tepat maka diperoleh tekanan yang maksimal pada ruang bakar yang mendorong piston ke bawah selanjutnya mesin kendaraan bekerja. Mesin kendaraan akan mendapatkan daya yang maksimal bila bunga api dari busi menyala pada waktu yang tepat (*proper ignition*), nyala api busi yang kuat atau besar. Untuk menjamin agar terjadi penyalan campuran bahan bakar-udara di dalam silinder pada saat pembakaran, biasanya disediakan tegangan tinggi yang lebih besar sekitar 25000 - 40000 (Volt).

Pengembangan Distributor sebagai sistem pengapian mulai dari sistem konvensional hingga non konvensional telah banyak dilakukan diantaranya Mircea dan Dumitru [8], penelitiannya yang berjudul "*The Study of The Ignition to The Automotive SPICE Simulation*", melakukan simulasi sistem pengapian yang berdasarkan *Simulation Programme with Integrated Circuits Emphasis* (SPICE) dimana blok diagram sistem pengapian terlihat seperti gambar di bawah:

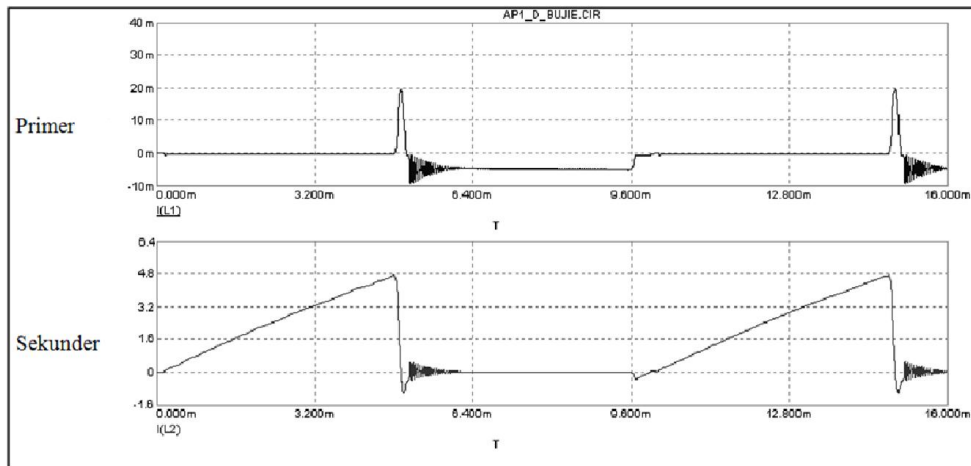


Gambar 1 Blok diagram sistem pengapian elektrik

Penelitian tersebut menghasilkan hubungan antara arus dan tegangan primer dan sekunder terhadap waktu (lihat Gambar 2 dan 3):

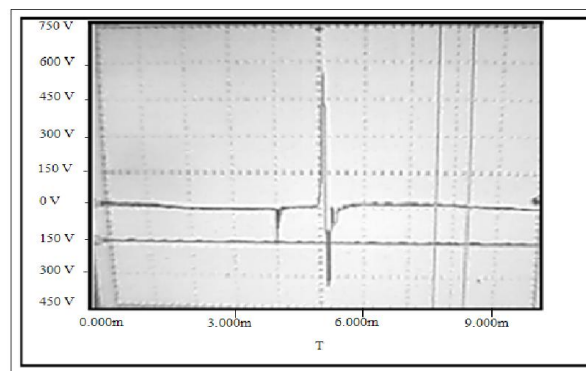


Gambar 2 Grafik tegangan primer dan sekunder

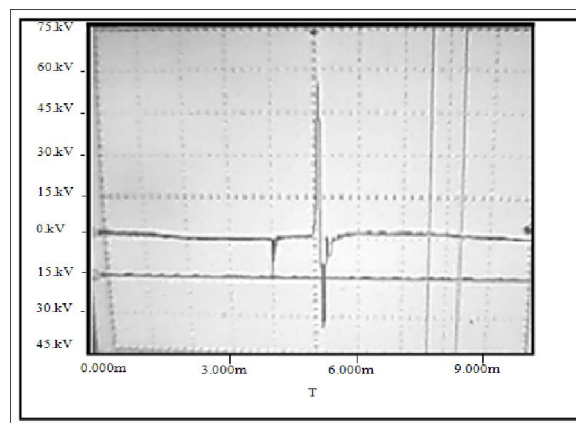


Gambar 3 Grafik arus primer dan sekunder

Sementara itu Hadi dan Sampurno [4] telah merancang prototipe system distributorless digital multipurpose yang memiliki kemampuan dalam menstabilkan tegangan primer dan skunder pada berbagai putaran dan mampu menghasilkan time delay dan derajat BTDC sesuai dengan kebutuhan kendaraan. Sistem ini menggunakan hall sensor tipe KA8940 dan mikrokontroler AN4006. Mikrokontroler tersebut memang rigid namun sulit dilakukan penyesuaian dengan kendaraan lain. Hasil pengujian tegangan primer dan tegangan sekunder sebagaimana terlihat pada Gambar 4 dan 5.

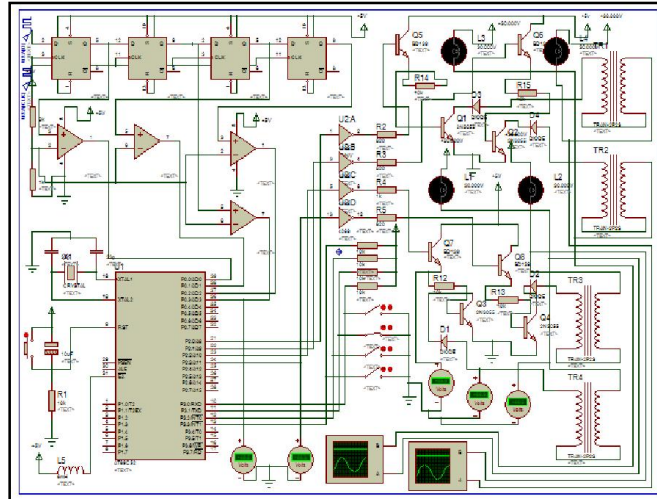


Gambar 4 Grafik tegangan primer vs waktu dari *distributorless digital*



Gambar 5 Grafik tegangan sekunder vs waktu dari *distributorless digital*.

Sementara Sampurno dan Muzni telah memperbaiki sistem distributorless digital yang melalui redesain rangkaian elektronik dengan menggunakan mikrokontroler AT89S51 sebagaimana Gambar 6. Sistem ini lebih mempermudah dalam penyesuaian dan pemrograman pada berbagai kendaraan.



Gambar 6 Rangkaian elektronika distributorless *Digital Multipurpose System Open Loop*.

Pada penelitian ini sensor hall IC yang ada didalam distributorless digital digantidengan sensor induktif dan menghasilkan prototipe Distributorless loop terbuka.

## 2. METODE

Dalam makalah ini dirancang *prototipe* sistem pengapian pada mesin multi silinder dengan teknologi baru yaitu sistem *Open Loop Distributorless Digital Ignition Multi Purpose*. Untuk dapat mencapai hasil tersebut maka langkah-langkah kegiatan yang akan dilakukan secara ringkas dapat diuraikan sebagai berikut :

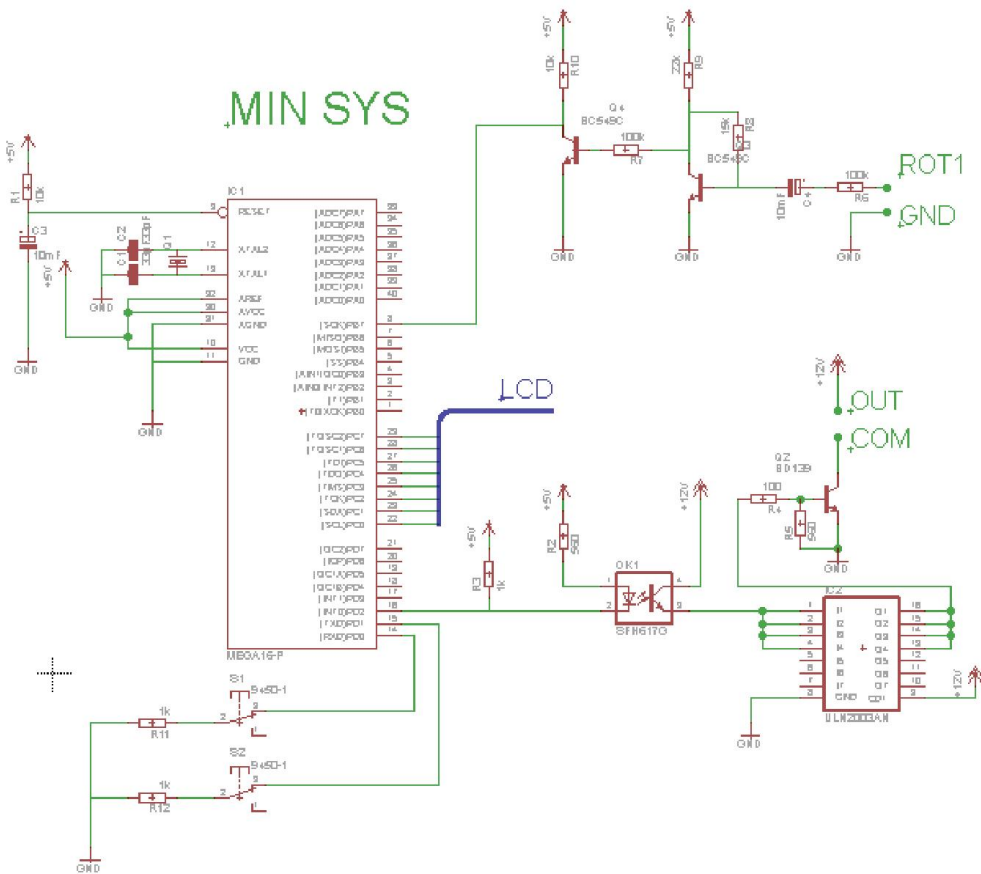
- a. Studi literatur dan Observasi yang mengenai distributor, distributorless analog dan *open loop* serta pengamatan dimensi, disain dari kedua sistem tersebut.
- b. Perumusan masalah mengacu pada hasil studi literatur dan observasi.
- c. Perancangan dasar, langkah ini diawali dari rancangan simulasi komputer.
- d. Perancangan model, mengacu pada simulasi komputer dan pembuatan prototipe.
- e. Simulasi komputer merupakan proses aplikasi model dari sistem untuk melakukan eksperimen serta mempelajari sistem.
- f. Perancangan prototipe untuk melakukan pengujian *Open Loop Distributorless Digital Ignition Multi Purpose*.
- g. Analisis hasil pengujian dilakukan agar tercapai maksud dan tujuan dari penelitian.
- h. Kesimpulan merupakan perumusan dari permasalahan yang diperoleh dari hasil penelitian.

### 2.1. Perancangan dan Pengujian Simulasi Komputer

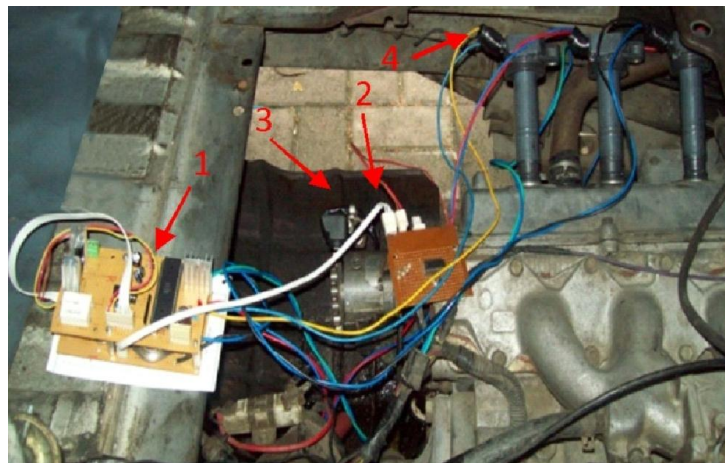
Secara lebih detailnya perancangan rangkaian elektronika sistem *Open Loop Distributorless Digital Ignition Multi Purpose* dari simulasi komputer dengan menggunakan software CodeWizardAVR V1.24.0 Standard dapat dilihat pada Gambar 7.

### 2.2. Perangkat Pengujian

Pada pengambilan data pengujian sistem pengapian *Open Loop Distributorless Digital Ignition Multipurpose* (OLDDM) ini menggunakan mesin pada kendaraan Toyota Kijang Super tahun 1996 sebagaimana ditunjukkan Gambar 8 yang akan digunakan untuk menunjukkan sistem pengapian yang terjadi pada kendaraan dan untuk menunjukkan penggunaan sistem elektronik pada sistem pembakaran.



Gambar 7 Rangkaian elektronika pengapian OLDDM.



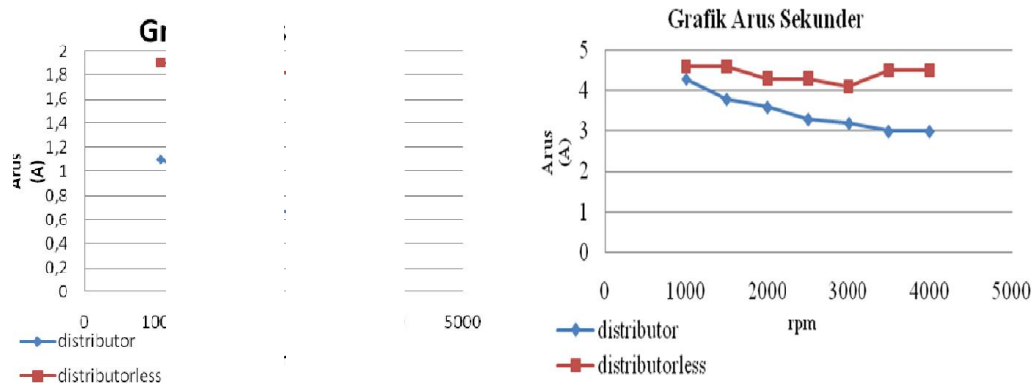
Keterangan Gambar : 1. Mikro controller dan Power Transistor  
2. Filter 3. Rumah sensor induktif 4. Busi / Koil

Gambar 8 Prototipe ODDM terpasang di kendaraan.

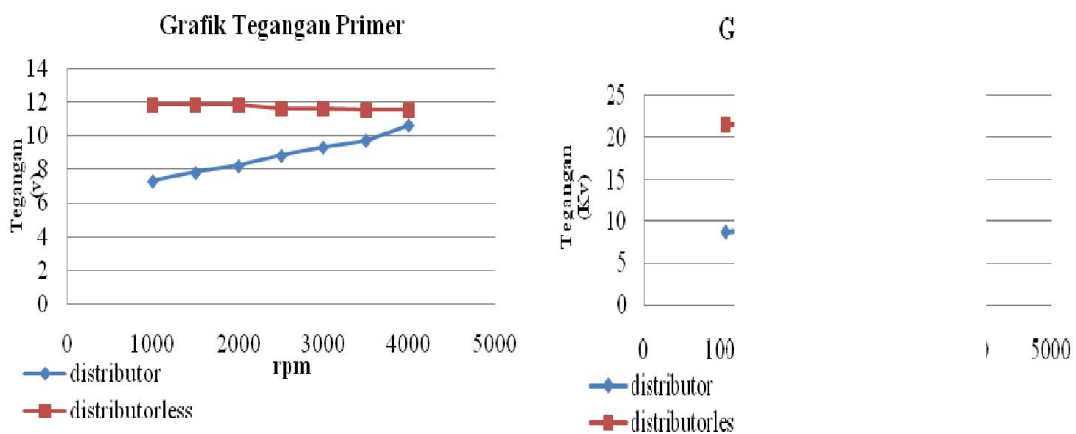
Dari Gambar 8 terlihat bahwa setelah mesin dinyalakan, sensor induktif akan mengeluarkan sinyal yang diperoleh dari roda gigi yang berputar. Keluaran dari sensor selanjutnya ke rangkaian filter sebelum masuk ke mikrokontroler. Filter ini bekerja untuk menyaring sinyal yang tidak dikehendaki agar tidak masuk ke mikrokontroler. Setelah sinyal diolah melalui Mikrokontroler maka keluarannya berupa tegangan yang diperkuat oleh Power Transistor dan selanjutnya menuju ke Koil. Tegangan yang menuju koil adalah tegangan rendah sekitar 12 Volt, setelah masuk ke kumparan primer koil terjadi induksi yang menjadikan tegangan memiliki besar sekitar 350 – 400 Volt. Melalui kumparan sekunder yang ada di koil maka tegangan menjadi sekitar 20 kV sampai dengan 30 kV. Apabila

tegangan tinggi tersebut masih melalui kabel maka terjadi pengurangan tegangan (*voltage drop*). Terlihat bahwa tidak ada kabel panjang yang menghubungkan koil dan busi, namun koil berada di dekat busi sehingga tidak terjadi kehilangan tegangan seperti yang terjadi pada distributor konvensional.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 9 Grafik hubungan arus primer dan sekunder pada sistem distributor dan *distributorless digital*.



Gambar 10 Grafik hubungan tegangan primer dan sekunder pada sistem distributor dan *distributorless digital*

#### 3.1. Analisa Arus

Gambar 9 memperlihatkan grafik hasil pengukuran arus primer pada sistem Distributor dan *DDM* pada kendaraan. Pengukuran dilakukan pada putaran 1000 (rpm), kemudian di naikan setiap 500 (rpm) sampai dengan putaran 4000 (rpm). Hasil pengukuran arus primer pada sistem *Open Loop Distributorless Digital Ignition Multi Purpose* lebih tinggi daripada distributor konvensional. Setelah dibandingkan, terlihat adanya perbedaan sebesar 0.8 ampere. Hal ini disebabkan adanya power transistor yang meningkatkan dan menstabilkan arus yang keluar dari mikrokontroler pada *Open Loop Distributorless Digital Ignition Multi Purpose*.

Gambar 9 memperlihatkan bahwa grafik hasil pengukuran arus sekunder pada sistem distributor dan *Distributorless Digital Ignition Multi Purpose Ignition*. Pengukuran dilakukan pada putaran 1000 (rpm) kemudian di naikan setiap 500 (rpm) sampai dengan putaran maksimum sekitar 4000 (rpm), dimana hasil pengukuran yang terbesar adalah pada putaran 1000 (rpm). Arus sekunder mencapai maksimum sekitar 4,3 (Amper) pada sistem distributor. Sedangkan Pengukuran arus sekunder pada sistem *Distributorless Digital Ignition Multi Purpose*, arus sekunder coil mencapai maksimum sekitar 4,8 (Amper), hal ini menunjukkan arus sekunder yang cukup besar pada sistem *Distributorless Digital Ignition Multi Purpose*.

Setelah di bandingkan arus sekunder coil dari sistem Distributor dan sistem distributorless, dimana terjadi perbedaan arus sekunder sekitar 0,5 (Amper). Pengukuran ini dilakukan pada putaran mesin yang sama kecuali derajat pengapian serta waktu pengapian yang berbeda, perbedaan antara



derajat pengapian dan waktu pengapian tidak terlalu pengaruh terhadap arus sekunder, tetapi perbedaan arus sekunder yang terjadi antara kedua sistem menunjukkan *performance* serta akselerasi dari kendaraan. Pengurangan arus sekunder (*primary current*) yang terjadi pada sistem Distributor, disebabkan karena sistem Distributor memiliki rute pengapian yang panjang dan sistem pengapian secara konvensional.

### 3.2. Analisa Tegangan

Dari gambar 10 dapat dilihat bahwa tegangan primer pada *Distributorless Digital Ignition Multi Purpose* tetap stabil pada saat putaran naik yaitu sebesar 11,9 Volt, hanya pada saat putaran mesin 2500-3000 rpm terjadi penurunan tegangan yang tidak terlalu besar yaitu sebesar 0,3 dan kemudian naik lagi sebesar 0,1 Volt pada putaran 3500 rpm. Sedangkan tegangan primer yang dihasilkan melalui pemakaian distributor konvensional mempunyai harga yang bervariasi antara 7,3-12,9 Volt mengikuti putaran mesin yang semakin naik.

Setelah di bandingkan dengan tegangan primer dari sistem *Distributorless Digital Ignition Multi Purpose*, dimana terjadi perbedaan tegangan primer sekitar 1 (Volt) pada sistem Distributor. Pengurangan tegangan primer (*primary current*) yang terjadi pada sistem Distributor, disebabkan karena sistem pengapian secara konvensional, mempunyai ritme atau irama yang dikontrol oleh alat pemutus kontak mekanik (*mechanical breaker contacts*) dan memiliki rute pengapian yang panjang, sehingga tegangan yang terjadi sering berubah-ubah.

Dari gambar 10. terlihat hasil pengukuran tegangan sekunder pada sistem distributor, pengukuran dilakukan pada putaran 1000 (rpm) kemudian di naikkan setiap 500 (rpm) sampai dengan putaran maksimum 4000 (rpm). Hasil pengukuran tegangan sekunder maksimum terjadi pada putaran 4000 (rpm), dimana tegangan sekunder mencapai sekitar 15,4 (kVolt). Sementara pengukuran tegangan sekunder yang dilakukan pada sistem *Distributorless Digital Ignition Multi Purpose* dilakukan pada putaran 1000 (rpm) kemudian di naikkan setiap 500 (rpm) sampai dengan putaran maksimum 4000 (rpm), dimana tegangan sekunder maksimum terlihat pada pengukuran yang dilakukan pada putaran 1000 dan 1500 (rpm). Tegangan sekunder yang diperoleh maksimum sekitar 21,5 (kVolt), hal ini menunjukkan tegangan sekunder yang cukup tinggi pada sistem *Distributorless Digital Ignition Multi Purpose*.

Setelah dibandingkan antara tegangan sekunder pada sistem distributor dan *Distributorless Digital Ignition Multi Purpose* mengalami perbedaan sekitar 8,8 (kVolt), dikarenakan sistem tersebut konvensional dan rute pengapian panjang. Tegangan tinggi yang dihasilkan *Distributorless Digital Ignition Multi Purpose* dikarenakan pemilihan komponen elektronika dan sistem rangkaian elektronika yang tepat. Dari kelebihan tegangan sekunder tersebut diharapkan mampu menghasilkan pengapian yang besar pada busi dan proses pembakaran bahan bakar-udara lebih sempurna di dalam ruang bakar. Dampak langsung dari proses pembakaran yang lebih sempurna maka akan terjadi efisiensi pemakaian bahan bakar menjadi hemat serta emisi gas buang berkurang. Energi yang dihasilkan keluaran dari elektroda busi besar, sehingga umur atau usia pemakaian busi bertambah panjang menghasilkan *performance* dan akselerasi kendaraan bagus.

## 4. SIMPULAN

Dari hasil rancangan rangkaian elektronika simulasi komputer, penelitian yang menghasilkan prototipe *Distributorless Digital Ignition Multi Purpose* dapat disimpulkan bahwa:

- Sistem distributorless (DDM ) lebih unggul daripada sistem distributor, tegangan primer dan sekunder yang dihasilkan mampu stabil pada putaran rendah maupun tinggi yaitu sebesar 11.9 V dan 21.5 kV.
- Arus yang dihasilkan juga lebih stabil baik primer maupun sekunder yaitu sebesar 1.9 A dan 4.8 A.
- Pada internal combustion engine salah satu untuk meningkatkan performa engine adalah sistem pengapian yang baik yaitu dengan indikasi kestabilan tegangan dan arus yang ada, maka sistem distributorless lebih mampu meningkatkan performa engine dibandingkan sistem distributor.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim, "Distributor and *Distributorless*", Toyota Motor Sales, U.S.A, 2003.
- [2] Anonim, "*TCSS Ignition system*", Toyota Motor Sales, U.S.A., 2003.
- [3] Gillespie T. D, "*Fundamentals of Vehicle Dynamics*", SAE. Inc. 400 Warrandale, USA, 1993.
- [4] HADI,S dkk, "Rancang Bangun Sistem *Distributorless Digital Multi Purpose*" Laporan hasil penelitian DIPA ITS Surabaya, 2009.
- [5] Kristanto Philip, "Pengaruh Alduterasi Bahan Bakar Gasolin-Kerosene Terhadap Emisi Gas Buang dan Performa Motor", Universitas Kristen Petra, Surabaya, 2003.
- [6] Larry Carley, "*Distributorless Ignition System*", Carley SoftwareUSA, 2000.

- [7] LAMEL – BLPT Surabaya, 2007, "Pemrograman Mikrokontroler ATMEGA16 Dengan C/C++ dan *Assembler*", Penerbit Andi, Yogyakarta.
- [8] Mircea dan Dumitru, 2007, "*The Study Of The Ignition To The Automotive Spice Simulation*", Interdisciplinarity In Engineering Scientific International Conference, TG. MURES-Romania., 2 – 5.
- [9] N, Widjanarka Wijaya. 2006, "Teknik Digital", Penerbit Erlangga, Jakarta.
- [10] B dkk 2007, "Rancang Bangun Sistem *Distributorless Digital Multi Purpose*" Laporan hasil penelitian DIPA ITS Surabaya.
- [11] Sutantra, I. N, 2001, "Teknologi Otomotif Teori dan Aplikasinya", Guna Widya Surabaya.
- [12] Willa, Lukas, 2007, "Teknik Digital, Mikroprosesor & Mikrokontroler", Penerbit Informatika, Bandung
- [13] Lawson Doug, 2007, "Static Ignition Timing – General", diakses pada hari Selasa, 11 Mei 2010 pukul 11.10 WIB
- [14] <http://aksesorismobil.com/detiltips.php?uid=34>, Tabloid Otomotif, diakses pada hari Senin, 10 Mei 2010 pukul 14.15 WIB
- [15] <http://kendaraan.info/v4/special-661-Katalitik-Konverter,-Agar-Lingkungan-Kita-Tetep-Terjaga.html> diakses pada hari Kamis, 20 Mei 2010 pukul 11.10 WIB
- [16] [www.belitoyota.com/2010/04/kijang-innova-berstandar-emisi-euro2.html](http://www.belitoyota.com/2010/04/kijang-innova-berstandar-emisi-euro2.html) diakses pada hari Kamis, 20 Mei 2010 pukul 11.15 WIB
- [17] [www.belitoyota.com/2010/04/kijang-innova-satu-busi-satu-koil-makin-mantap.html](http://www.belitoyota.com/2010/04/kijang-innova-satu-busi-satu-koil-makin-mantap.html) pada hari Kamis, 20 Mei 2010 pukul 11.20 WIB