

MODIFIKASI SISTEM PENGAPIAN KONVENSIONAL MENJADI PENGAPIAN ELEKTRONIK

Hendrik J.R. Sumarauw

Jurusan Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, UNIMA
Kampus Fatek Unima di Tondano, Minahasa, Sulawesi Utara
Email: hendriksumarauw@yahoo.com

Abstrak

Modifikasi sistem pengapian konvensional menjadi pengapian elektronik telah diselidiki. Tujuan penelitian adalah untuk mendapatkan sistem pengapian konvensional menjadi sistem pengapian elektronik sehingga daya motor lebih optimal dan menghemat konsumsi bahan bakar. Pengumpulan data dilakukan dengan observasi langsung di lapangan (mesin 5-K) dan kemudian membuat rangkaian modifikasi sistem pengapian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa transistor bekerja dengan mengirim dan menerima signal pengapian menjadi lebih tepat dan menghasilkan daya yang efektif. Sudut dwell yang semakin besar menghasilkan pengapian dan daya yang maksimal besar karena persentase arus primer yang mengalir semakin lama. Daya motor semakin meningkat dengan meningkatnya putaran mesin karena banyaknya langkah kerja yang dilakukan oleh torak dalam waktu yang sama tetapi terbalik dengan waktu sudut dwell.

Kata kunci: Konvensional, pengapian, elektronik, hemat bahan bakar

Abstract

Modification of the conventional ignition system into an electronic ignition has been investigated. The objectives of the research are to get a conventional ignition system into an electronic ignition system so that more optimal motor power and save on fuel consumption. The data were collected by direct observation in the field (the engine 5-K) and then make a series of modifications to the ignition system. The results showed that the transistor works by sending and receiving signals so that the ignition becomes more precise and produce effective power. Dwell angle produces greater ignition and power as a percentage of the maximum primary current that flows longer. Motor power increased with increasing engine speed because of the large measures of work done by the piston in the same time but with time reversed dwell angle.

Keywords: conventional, ignition, electronic, fuel efficiency

PENDAHULUAN

Ilmu pengetahuan dan teknologi dewasa ini berkembang sangat pesat di segala bidang dan turut membawa pengaruh yang sangat besar di segala bidang termasuk perkembangan teknologi di bidang otomotif. Perkembangan tersebut antara lain perubahan

sistem pengapian konvensional menjadi pengapian elektronik yang kemudian dikembangkan ke pengapian komputer (Sutarto, 2000), juga perkembangan sistem pemasukan bahan bakar dengan karburator berubah menjadi sistem injeksi bensin yang lebih dikenal *Electronic Fuel Injection* (EFI).

Seiring dengan meningkatnya tingkat perekonomian masyarakat di negara ini maka kebutuhan kita akan kendaraan bermotor bukan lagi menjadi kebutuhan mewah, sehingga dengan sendirinya angka kepemilikan kendaraan bermotor meningkat juga baik jenis kendaraan penumpang maupun kendaraan niaga. Hal itu menunjukkan bahwa kebutuhan akan bahan bakar meningkat sesuai dengan bertambahnya jumlah kendaraan bermotor tersebut (Sukartono, 2008).

Kondisi tersebut berakibat transportasi cenderung meningkat bahkan menjadi pemakai bahan bakar terbesar mengingat jumlah armadanya yang semakin meningkat dari tahun ke tahun khususnya transportasi darat. Seiring dengan perkembangan teknologi di bidang otomotif, maka sumber daya alam minyak bumi sebagai sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui yang paling banyak terimbas dalam pemakaiannya sebagai bahan bakar maupun minyak pelumas. Untuk mengantisipasi efisiensi konsumsi bahan bakar perlu dilakukan secepatnya.

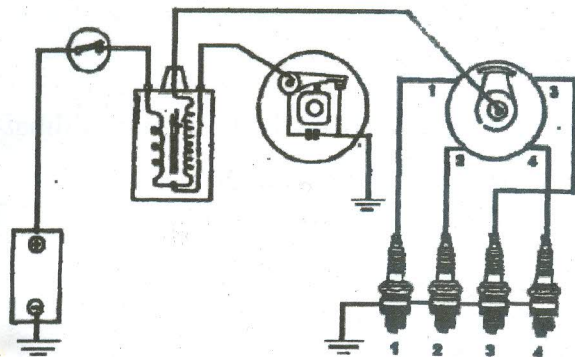
Pada motor bensin yang memiliki lebih dari satu silinder memerlukan pengaturan kerja pada setiap silindernya (Maleev, 1985; Petrosky, 1975). Hal ini berarti kita perlu mengatur sudut pengapian untuk proses pembakaran di dalam ruang bakar dalam silinder agar motor dapat berjalan dan

bekerja dengan baik dan halus, oleh karena itu pengaturan distributor sebagai pembagi dan penyalur arus tegangan tinggi ke setiap busi sesuai dengan urutan pengapian (*Firing Order*) dan pemasangan kabel busi serta pipa/selang saluran bahan bakar pada motor bensin tidak boleh terbalik, karena hal itu dapat mengakibatkan kerusakan yang fatal dan bahkan dapat mengakibatkan motor tidak dapat bekerja. Namun harus disadari bahwa di sekitar kita masih banyak kendaraan keluaran di bawah tahun 2000-an seperti Toyota Kijang 5-K dan Toyota Kijang 7-K. Kendaraan seperti itu masih menggunakan sistem pengapian konvensional dan sistem bahan bakar karburator. Hal ini tentu saja dalam pengoperasian menggunakan bahan bakar yang banyak dan kadar emisi gas buang yang tinggi sehingga tidak ramah lingkungan (Pudjanarsa dan Narsuhud, 2006).

Sistem pengapian yang dipakai pada motor bensin adalah suatu sistem pengapian yang menghasilkan loncatan bunga api listrik dengan tegangan tinggi dari 5.000 sampai 25.000 Volt ke elektroda busi, untuk menimbulkan percikkan bunga api sehingga dapat membakar gas campuran bahan bakar dengan udara yang terkompresi di dalam ruang bakar mesin (Pedoman Reparasi Toyota 5-K, 1996). Komponen-komponen dalam sistem pengapian terdiri dari beberapa bagian, yaitu

(Anonim, 1995): accu dan generator (sebagai sumber listrik), kunci kontak, koil pengapian, distributor, kondensator, dan busi.

Pada Gambar 1 diperlihatkan gambar rangkaian pengapian sederhana (Anonim, 2000).



Gambar 1.
Rangkaian Pengapian Konvensional

Pada motor yang mempunyai silinder lebih dari satu memerlukan pengaturan kerja dari masing-masing silindernya. Hal ini berarti kita perlu mengatur saat pembakaran pada tiap-tiap silindernya agar motor dapat berjalan dengan baik dan halus (Brujin dan Muilwijk, 1979). Misalkan pada motor bensin 4 langkah bersilinder 4 dengan

pengaturan penyalaan 1 – 3 – 4 – 2 (Arismunandar, 1988; Arends dan Berenschot, 1992). Maka urutan penyalaannya, yaitu menurut urutan angka tersebut. Busi pada silinder pertama dihubungkan dengan distributor pada nomor 1, busi pada silinder 3 dihubungkan dengan distributor nomor 3, pada silinder 4 dihubungkan dengan distributor pada nomor 4, dan silinder nomor 2 dihubungkan dengan distributor nomor 2. Sedangkan langkah pada setiap silindernya berbeda-beda, jika silinder pertama 0° - 180° adalah langkah usaha, 180° - 360° adalah langkah buang, 360° - 540° sebagai langkah isap, 540° - 720° sebagai langkah kompresi. Maka silinder ke tiga dimulai pada 180° - 360° langkah kompresi, dan langkah selanjutnya dengan selisih derajat poros engkol 180° , berikutnya silinder ke empat dimulai pada 360° - 540° sebagai langkah isap, sedangkan silinder ke dua dimulai pada 540° - 720° sebagai langkah buang dan disusun menurut urutan pengapian. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 1 (Daryanto, 2000; Boentarto, 2006).

Tabel 1. Urutan Pengapian

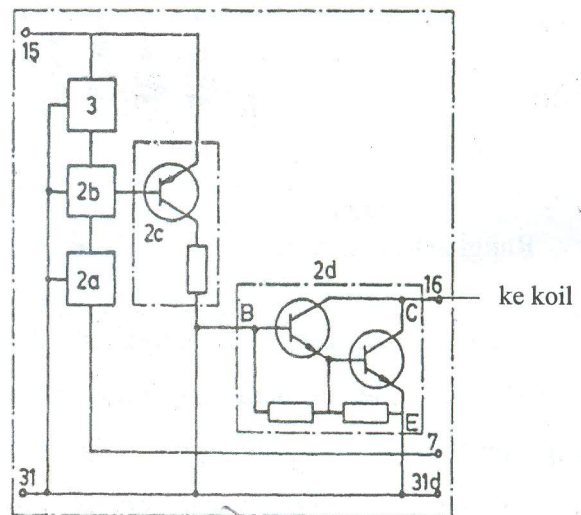
	0°	180°	360°	540°	720°
Silinder I	Usaha	Buang	Isap	Kompresi	
Silinder II	Buang	Isap	Kompresi	Usaha	
Silinder III	Kompresi	Usaha	Buang	Isap	
Silinder IV	Isap	Kompresi	Usaha	Buang	

Tabel 1 terlihat bahwa setelah langkah kompresi pada sudut 180° poros engkol, akan terjadi langkah yang sama pada silinder berikutnya sesuai dengan urutan pengapian dengan jarak pengapian 180° , dan seterusnya. Dalam kenyataannya besar sudut dari setiap langkah tidak sebesar 180° poros engkol, melainkan ada yang kurang dan ada yang lebih, dibuat demikian agar kerja dapat berjalan lebih sempurna. Besarnya saat pengapian (*ignition timing*) untuk setiap jenis motor akan berbeda, akan tetapi pada garis besarnya adalah sama (Setiyawan, 2007).

Unit kontrol elektronik atau *Electronic Control Unit* (ECU) mesin diprogram dengan data untuk mendapatkan saat pengapian yang optimal pada semua kondisi operasi mesin. dengan menggunakan kelengkapan data dari sensor yang memantau bermacam-macam fungsi mesin, (putaran mesin, temperatur mesin dan sebagainya), microcomputer (ECU) memberikan bunga api pada saat yang tepat dengan tiba-tiba. ECU mesin memantau kondisi melalui sinyal-sinyal dari setiap sensor, menghitung saat pengapian dan mengirim sinyal/tanda pengapian kepada igniter. Tegangan tinggi yang dihasilkan dari pengapian didistribusikan ke setiap busi dengan urutan yang tepat untuk menimbulkan loncatan bunga api

antara elektroda-elektroda yang membakar gas campuran udara dan bahan bakar. Untuk menjaga ketepatan saat pengapian, ECU mesin mengirimkan sinyal pengatur sehingga igniter mengirim arus pada koil pengapian dan busi memberikan loncatan bunga api dengan baik (*Sistem Pengapian Elektronik*. 2000).

Bagian-bagian ECU dapat dilihat pada Gambar 2 (Sudjarwo, 2000).



Gambar 2.
Bagian-Bagian Unit Kontrol Elektronik

Keterangan:

- 2a. Pembentuk sinyal berfungsi merubah bentuk sinyal dari arus bolak-balik menjadi pulsa/sinyal berbentuk segi empat.
- 2b. Pengatur dwell berfungsi mengatur lamanya arus primer mengalir sesuai dengan jumlah putaran.
- 2c. Penguat (Amplifier) berfungsi memperkuat sinyal pengendali sesuai dengan kebutuhan dari rangkaian darlington.

- 2d. Rangkaian Darlington berfungsi menghubungkan dan memutuskan arus primer.
3. Stabilitor tegangan berfungsi menstabilkan tegangan agar kerja dari komponen elektronik tidak terpengaruh oleh kenaikan/penurunan tegangan.

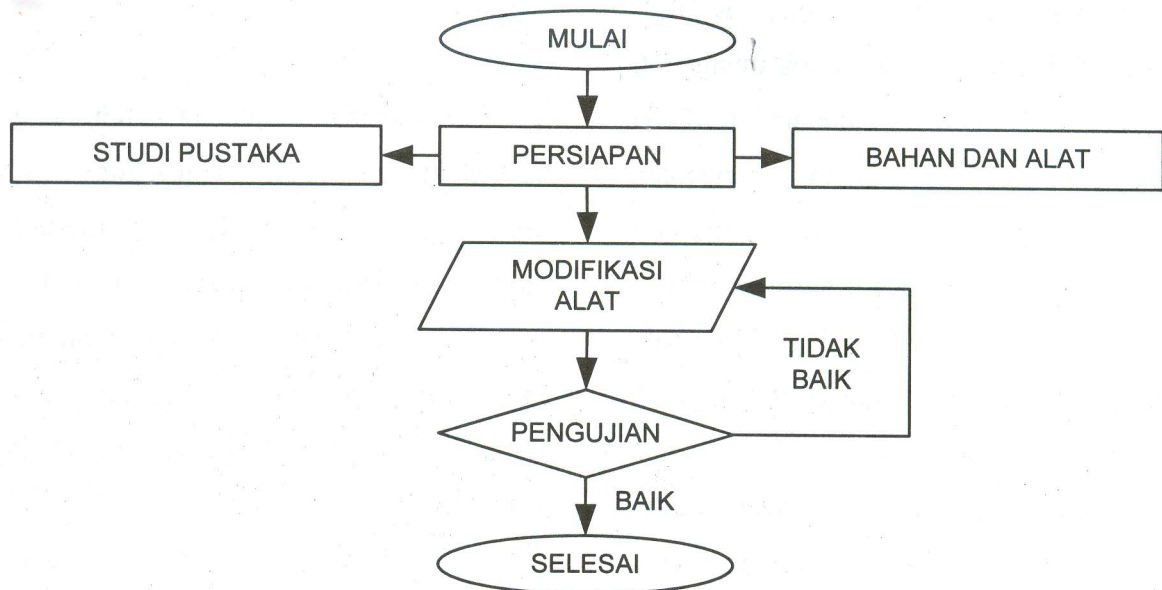
Merek mesin	: Toyota Kijang 5-K
Volume silinder	: 1500 CC
Buatan tahun	: 1992
Diameter silinder	: 80,05 mm
Langkah torak	: 85,2 mm
Bahan bakar	: Premium (Bensin)
Celah busi	: 0,80 mm
Tekanan kompresi	: 1.235 kPa = 12,59 kg/cm ²
Perbandingan kompresi	: 10 : 1

METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan adalah observasi langsung dilapangan (perlakuan terhadap mesin Toyota Kijang 5-K) dan kemudian membuat rangkaian modifikasi sistem pengapian dari sistem konvensional platina menjadi sistem elektronik. Selanjutnya dilakukan pengujian hasil modifikasi.

Objek pengamatan adalah mesin Toyota Kijang 5-K dengan spesifikasi mesin sebagai berikut:

Modifikasi dilakukan dengan langkah-langkah seperti pada Gambar 3, yaitu mulai dengan persiapan meliputi studi pustaka dan menyiapkan bahan dan alat seperti mobil toyota Kijang 5-K beserta seperangkat sistem pengapian konvensional dengan menggunakan sistem pengapian platina dan seperangkat sistem pengapian



Gambar 3.
Desain Modifikasi Alat

elektronik tipe Transistor Control Ignition–Kontact (TCI-K) dengan ECU. Kegiatan ini dilakukan pada laboratorium otomotif di SMK Negeri 2 Manado Sulawesi Utara. Selanjutnya mengadakan modifikasi alat yaitu mengganti sistem pengapian platina dengan sistem pengapian elektronik tipe Transistor Control Ignition–Kontact (TCI-K) dan ECU. Setelah itu dilakukan pengujian hasil modifikasi. Jika mesin dihidupkan dan ternyata pengapian tidak baik maka dilakukan modifikasi kembali, tetapi jika pengapian baik maka pengerjaan selesai.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Modifikasi sistem pengapian konvensional dapat dilakukan dengan menggunakan Tipe Transistor Control Ignition – Kontact (TCI-K). Tujuannya adalah untuk mengganti koil pengapian dengan menambah ECU sehingga terpasang sistem pengapian elektronik dengan kontak pemutus. Bila koil tetap dan ditambah dengan kontrol unit maka daya pengapian tidak akan berubah, selanjutnya bila hanya koil yang diganti, akan mengakibatkan kontak pemutus cepat aus dan daya menjadi tinggi. Dengan cara ini sistem pengapian elektronik dengan kontak pemutus memberi keuntungan seperti:

1. Arus primer menjadi lebih kecil sehingga daya pengapian lebih tinggi.
2. Kontak pemutus tidak aus lagi karena arus pengendali kecil.
3. Kontak pemutus tidak akan terbakar.

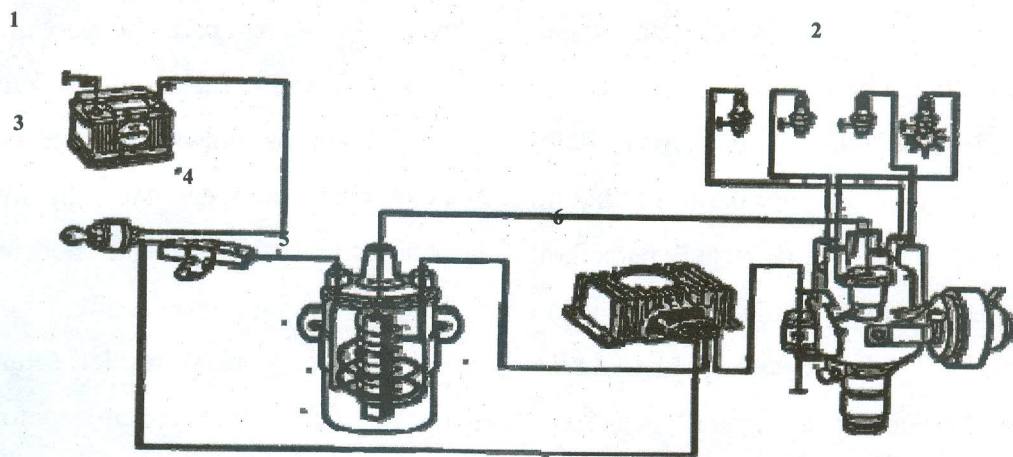
Kemudian disamping keuntungan dari sistem pengapian elektronik dengan kontak pemutus tersebut, juga memiliki kelemahan sebagai berikut:

1. Tumit ebonit masih bisa aus sehingga saat pengapian perlu penyetelan ulang (pada waktu yang cukup lama);
2. Pada putaran tinggi bisa terjadi pentalan yang mempengaruhi kerja kontrol unit; dan
3. Kontak pemutus masih sensitif terhadap kotoran.

Sedangkan rangkaian sistem pengapian elektronik tipe Transistor Control Ignition–Kontact (TCI-K) yang merupakan modifikasi dapat dilihat pada Gambar 4.

Untuk dapat membandingkan perbedaan antara pengapian konvensional dan pengapian elektronik dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 terlihat dengan jelas beberapa perbedaan pengapian konvensional dan



Gambar 4.
Rangkaian Pengapian Elektronik Hasil Modifikasi

Keterangan:

- | | |
|---------------------|--------------------------------------|
| 1. Baterai | 5. Koil Pengapian |
| 2. Busi | 6. ECU* |
| 3. Kunci Kontak | 7. Distributor dengan kontak pemutus |
| 4. Tahanan Ballast* | |

Tabel 2. Perbedaan Pengapian Konvensional dan Pengapian Elektronik

No	Item	Pengapian Konvensional	Pengapian Elektronik
1	Hambatan koil	1,5 Ω dengan ballast 3 Ω tanpa ballast	0,8 – 1,2 Ω
2	Arus primer	3-4 A	6 – 8 A
3	Pemutus arus primer	Kontak pemutus	Transistor
4	Kondensator	Menggunakan	Tidak menggunakan
5	Pengatur timing	Sentrifugal dan Advance vakum	ECU
6	Menentukan timing	Poros nok dan tumit ebonit	Pengirim sinyal
7	Pembagi tegangan	Distributor	Distributor atau Distributorless
8	Tegangan induksi sekunder	15 – 20 kV	25 – 30 kV
9	Sudut dwell	60 % x sudut pengapian	20 – 80 % x sudut pengapian
10	Perawatan	Rutin	Berkala

pengapian elektronik. Perbedaan komponen dan keuntungan dari perubahan dapat dijelaskan sebagai berikut.

Pada pengapian konvensional hambatan koil pada umumnya sebesar 3Ω hal ini menyebabkan panas yang terjadi pada koil sangat tinggi sehingga bisa menyebabkan koil rusak atau terbakar sehingga pengapian tidak ada. Sedangkan pada pengapian elektronik hambatan koil hanya $0,8 - 1,2 \Omega$ hal ini berarti panas koil lebih rendah, koil aman sehingga pengapian akan lebih mendekati sempurna. Arus primer hanya $3 - 4$ A sedangkan pada pengapian elektronik $6 - 8$ A. Tingginya arus pada pengapian elektronik akan menghasilkan daya pengapian pada motor akan lebih mendekati sempurna. Pemutus arus primer menggunakan kontak pemutus sehingga kelemahannya: memerlukan penyetelan rutin dan kontak pemutus dan tumit ebonit bisa aus. Hal ini tidak terjadi karena pengapian elektronik menggunakan transistor. Penggunaan kondensator untuk menyimpan sementara tegangan tinggi yang cenderung membangkitkan loncatan api yang keluar menyeberang pada titik kontak platina sedangkan pada pengapian elektronik tidak digunakan karena arus primer mengalir berdasarkan signal.

Pada pengapian konvensional sentrifugal dan advance vakum sebagai pengatur

timing pengapian memerlukan penyetelan rutin sedangkan pada pengapian elektronik menggunakan *Electronic Control Unit* (ECU). Poros nok dan tumit ebonit pada pengapian konvensional diganti dengan pengirim sinyal sebagai penentu timing. Dengan digantinya tumit ebonit maka keausan tidak akan terjadi sehingga tidak memerlukan penyetelan untuk waktu tertentu.

Tegangan induksi sekunder yaitu tegangan yang dibangkitkan oleh koil pengapian, Pada pengapian konvensional tegangan induksinya lebih rendah yaitu $15 - 20$ kV sedangkan pada pengapian elektronik tegangan induksi lebih tinggi yaitu $25 - 30$ kV. Sudut dwell yaitu lamanya kontak membuka untuk memberikan api pada motor, Pada pengapian konvensional dwell adalah 60% dari sudut pengapian $54^{\circ} (\pm 3^{\circ})$ dari poros engkol. Sudut pengapian pada motor 4 silinder adalah 90° pada poros engkol. Sedangkan pada pengapian elektronik dapat diatur oleh ECU berdasarkan kebutuhan motor yaitu $20 - 80 \%$ dari sudut pengapian, besarnya dwell untuk pengapian elektronik $18^{\circ} - 72^{\circ}$ dari poros engkol.

Pengapian konvensional memerlukan perawatan rutin sedangkan pada pengapian elektronik perawatan berkala, hal tersebut akan lebih efisien dan menguntungkan.

KESIMPULAN

Dengan melakukan modifikasi pengapian konvensional menjadi pengapian elektronik kita memperoleh keuntungan dimana transistor bekerja dengan mengirim dan menerima signal pengapian sehingga pengapian menjadi lebih tepat dan menghasilkan daya yang efektif. Disamping itu komponen elektronik dialiri oleh arus primer yang kecil sehingga daya pengapian menjadi lebih maksimal.

Sudut dwell yang semakin besar akan menghasilkan pengapian yang maksimal dan daya yang besar karena persentase arus primer yang mengalir semakin lama. Daya motor akan semakin meningkat dengan meningkatnya putaran mesin, hal ini disebabkan oleh banyaknya langkah kerja yang dilakukan oleh torak dalam waktu yang sama tetapi terbalik dengan waktu sudut dwell.

DAFTAR PUSTAKA

- Arends, B.P.M. dan Berenschot, H. (1992). *Motor bensin*. Jakarta: Erlangga.
- Arismunandar, W. (1988). *Motor bakar torak*. Bandung: ITB.
- Boentarto. 2006. *Panduan praktis tune-up mesin mobil*. Jakarta: Rineka Cipta
- Brujin, de L.A. dan Muilwijk, L. (1979). *Motor bakar*. Jakarta: Bharata.
- Daryanto. (2000). *Sistem pengapian mobil*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Maleev, V.L. (1985). *Internal combustion engines*. California: McGraw-Hill Book Company.
- Petrosky, N. (1975). *Marine internal combustion engines*. Moscow: Mir Publishers.
- PT. Toyota Astra Motor. (1992). *Pedoman reparasi*. Jakarta.
- _____. (1995). *Training manual new step 1*. Jakarta.
- _____. (1996). *Pedoman reparasi toyota 5-K*. Jakarta.
- Pudjanarsa, A. dan Narsuhud, D. (2006). *Mesin konversi energi*. Yogyakarta: Andi.
- Setiyawan, A. (2007). Pengaruh ignition timing dan compression ratio terhadap unjuk kerja dan emisi gas buang motor bensin berbahan bakar campuran etanol 85% dan premium 15% (E-85). *Seminar Nasional Teknologi 2007 (SNT 2007)*, Yogyakarta, 24 November 2007.
- Sudjarwo. (2000). *Sistem pengapian elektronik*.
- Sukartono, G. (2008). Pengaruh modifikasi sistem pengapian standar menjadi sistem pengapian pribadi terhadap emisi gas buang mesin suzuki tipe SJ-410. *Media*

Teknik, No. 4, Tahun XXX, Edisi Nopember 2008.

Sutarto, A. (2000). *Kelistrikan otomotif*. Surakarta.

VEDC. (2000). *Sistem pengapian konvensional*. Malang.

_____. (2000). *Sistem pengapian elektronik*. Malang.