

# ANALISA KERUSAKAN DAN MODEL PERAWATAN INJEKTOR PADA SISTEM INJEKSI BAHAN BAKAR ELEKTRONIK

Aji Pranoto, Adi Purwanto

Jurusan Teknik Mesin Institut Sains Teknologi AKPRIND Yogyakarta

email: aji\_pranoto@akprind.ac.id

## ABSTRACT

*One treatment petrol injection system is the testing and cleaning injectors. The factors that cause damage to the car injectors Electronic Fuel Injection (EFI) are clogged 7.0 % , abrasion (eroded) 4.2 % , 3.5 % leak , dead solenoid 2.1 % , 17.6 % partially clogged , custody / solenoid resistance down / low 8.4 % , 31.7 % gross , not a good spray pattern and divergence 25.4 % spray pattern. Injector tester and cleaner is maintenance device in fuel injection system. Disorder in the injector system are crust, leak and spray pattern divergence. Injector tester currently very expensive on the market. therefore, we have to do innovation for manufacture of test equipment injector cleaner. The Characterization of injector tester were able to measure the accuracy of the number of sprays. Functional testing tool has shown that part of the injector test and cleaning tool has worked well and the test results showed no difficulties in the operation of test equipment. The test results produce an output voltage 9 volts, and the current 5 amperes. Pressure fuel pump 3.3 to 4 bar, within 15 seconds of the 33-46 cc injection volume average of 41.25 cc.*

*Key word: Injector tester, Maintenance, Electronic Fuel Injection (EFI)*

## INTISARI

Salah satu perawatan sistem injeksi bensin adalah pengujian dan pembersihan *injector*. Faktor-faktor yang menjadi penyebab kerusakan injector pada mobil *Elektronik Fuel Injection (EFI)* adalah tersumbat 7.0 % , abrasi (terkikis) 4.2%, bocor 3.5%, solenoid mati 2.1%, tersumbat sebagian 17.6 % , tahanan/resistensi solenoid turun/rendah 8.4%, kotor 31.7%, pola semprotan tidak baik 25.4% dan penyimpangan pola semprotan. Alat pengujian dan pembersih injector saat ini sangat mahal di pasaran. Oleh karena itu harus melakukan inovasi untuk pembuatan alat uji *injector cleaner*. Karakteristik alat tersebut mampu mengukur akurasi jumlah volume semprotan. Uji fungsional alat telah menunjukkan bahwa bagian dari *injector tester* telah bekerja dengan baik dan hasil tes menunjukkan tidak ada kesulitan dalam pengoperasian pengujian peralatan. Hasil pengujian tegangan output ke *injector* 9 volt dan arusnya 5 ampere. Tekanan pompa bahan bakar 4 – 4,5 bar, dalam 10 detik volume injeksi sebesar 36-46 cc rata-rata 41.25 cc.

*Kata Kunci: Injektor Tester, Perawatan, Elektronik Fuel Injektion (EFI)*

## PENDAHULUAN

Sistem karburator pada automobile saat ini sudah tidak banyak diproduksi, hal ini diakibatkan karena banyaknya kelemahan pada sistem tersebut. Kelemahan-kelemahannya adalah pencampuran bahan bakar kurang homogen pada setiap kondisi putaran mesin sehingga mengakibatkan bahan bakar menjadi boros dan polusi yang sangat tinggi. Disamping itu karburator tidak mampu lagi memanjakan konsumen dengan kriteria mobil hemat, akselerasi cepat dan hijau.

Sebagai penggantinya menggunakan sistem injeksi atau dikenal dengan sistem *Elektronik Fuel Injektion (EFI)*. Dengan sistem injeksi maka akan dihasilkan pencampuran bahan bakar yang homogen pada setiap putaran mesin sehingga bahan bakar menjadi lebih hemat, polusi udara rendah dan akselerasi lebih cepat. Mobil dengan sistem injeksi bukan berarti bebas perawatan, tetapi pemilik harus mengerti

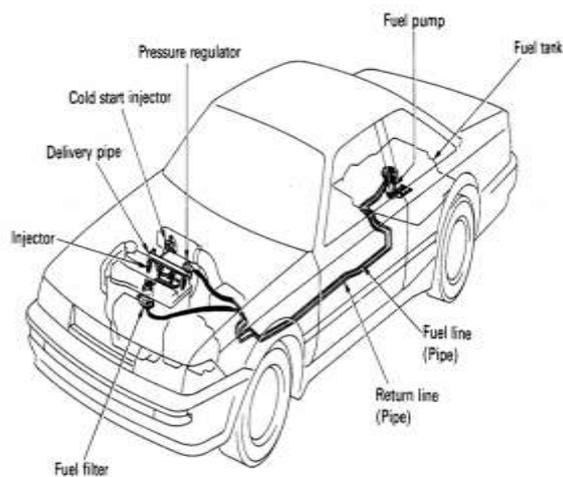
karakteristik dari sistem injeksi tersebut. Terlalu lamanya mobil beroperasi dan mengkonsumsi bahan bakar yang tidak baik kualitasnya akan berakibat kotornya lubang penginjeksian, hal ini ditandai dengan menurunnya kerja *injector* dengan gejala pada mobil konsumsi bahan bakar boros, tenaga rendah, polusi udara tinggi dan mesin *overheating*. Pengabutan tidak baik membawa masalah tersendiri pada kinerja mesin, antara lain menyebabkan mesin nyendat atau mesin merebet

Gangguan yang sering terjadi pada *injector* adalah adanya kerak di ujung *injector* yang mengakibatkan *injector* bocor atau lubang injeksi menyempit. Kebocoran *injector* mengakibatkan bahan bakar boros, sedangkan penyempitan lubang *injector* mengakibatkan mesin kekurangan bahan bakar. Dengan demikian *injector* perlu untuk diperiksa dan dibersihkan.

Alat pengetes injektor pada mobil sistem *Elektronik Fuel Injektion (EFI)* yang

mudah dan murah perlu dibuat model. Dengan demikian alat ini dapat menurunkan biaya perawatan mobil EFI, menjaga performa dan memperpanjang umur kendaraan, mengurangi polusi udara dan hemat bahan bakar. Disamping itu juga dapat meningkatkan efisiensi waktu perbaikan kendaraan, meningkatkan pendapatan bengkel dan meningkatkan kepercayaan konsumen.

Berikut ini adalah gambar sistem aliran bahan bakar Mobil EFI (Sumber : Toyota Astra Motor 2012:45)

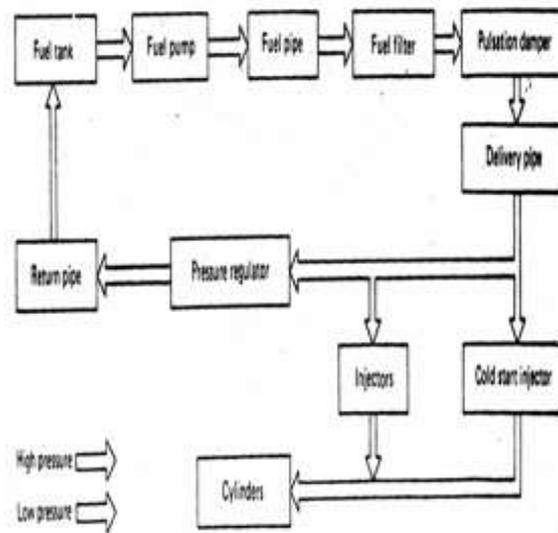


Gambar 1. Tata Letak Komponen Sistem Bahan Bakar EFI

Moch. Solikin (2007) menyebutkan bahwa sistem *Elektronik Fuel Injeksi (EFI)* dibagi menjadi 3 sistem, yaitu sistem bahan bakar (*fuel system*), Sistem induksi udara (*air induction system*) dan Sistem kontrol elektronik (*elektronik control system*). Sistem bahan bakar digunakan untuk menyalurkan bahan bakar dari tangki ke intake manifold sesuai dengan kebutuhan. Sistem induksi udara berfungsi untuk mensuplai sejumlah udara yang diperlukan untuk pembakaran didalam mesin. Sistem kontrol elektronik berfungsi untuk mengontrol kondisi kerja dari mesin, mengontrol jumlah bahan bakar yang disemprotkan oleh injector, dan mengatur *timing* pengapian berdasarkan masukan dari beberapa sensor.

Prinsip kerja sistem bahan bakar, saat mesin distarter atau mesin hidup maka pompa bahan bakar (*fuel pump*) bekerja menghisap bahan bakar dari tangki (*fuel tank*) dan menekan ke pipa delivery (delivery pipe) melalui pipa nahan bakar (*fuel pipe*) dengan terlebih dahulu disaring oleh saringan bahan bakar (*fuel filter*). Bila

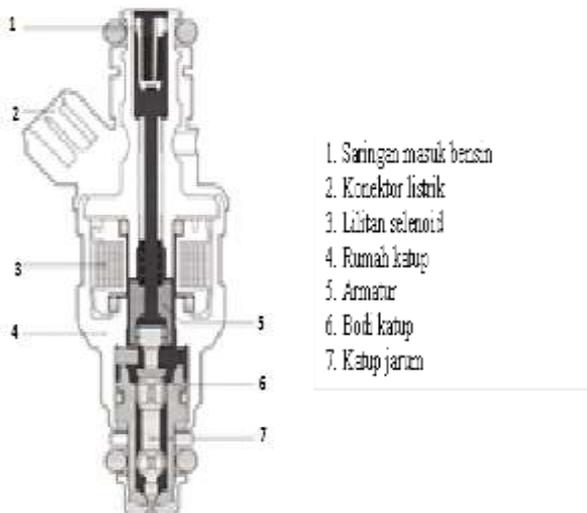
tekanan bahan bakar melebihi batas yang ditentukan maka regulator akan membuka dan bahan bakar akan mengalir ke tangki melalui saluran pengembali (*return pipe*). Aliran bahan bakar dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2. Aliran Bahan Bakar Pada Sistem EFI

Injector pada sistem bahan bakar di atas mempunyai peranan yang sangat vital, karena mengontrol masuknya jumlah bahan bakar yang masuk ke silinder. Menurut Bonnick, (2001) menyebutkan bahwa *Injektor* adalah *nosel elektomagnetig* yang merupakan bagian dari sistem bahan bakar EFI yang berfungsi untuk menginjeksikan bahan bakar ke arah katup hisap, bahan bakar keluar dari injektor dalam bentuk kabut. Sedangkan Bosch (1996) menyatakan *The injector opens automatically at a pressure of approximately 3.8 bar, and has no metering fuction*. Menurut Bosh injektor dibuka secara otomatis dengan tekanan kira-kira 3.8 bar dan tidak mempunyai fungsi pengukuran.

Pengaturan kapan dan lama listrik dialirkan ke injektor dilakukan oleh ECU berdasarkan kondisi kerja mesin dari masukan sensor-sensor yang ada. Injektor dipasang pada intake manifold saluran masuk atau kepala silinder didekat lubang pemasukan pada masing-masing silinder, dan pada bagian atasnya dipasang *delivery pipe* yang menghubungkan secara parallel tiap-tiap injektor dengan bahan bakar bertekanan.



Gambar 3 Penampang Injektor

Berikut ini adalah macam-macam *injector* dan *pattern* semprotan Injektor pada mobil Elektronik Fuel Injeksi (EFI).



Gambar 4. Injektor Lama dan Baru Serta Bentuk Semprotan Yang Baik dan Tidak Baik (sumber Toyota Astra Motor 2003; 60)

Tekanan bahan bakar diatur tetap oleh regulator tekanan, besar lubang injektor dibuat tetap, dengan demikian untuk menentukan jumlah injeksi bahan bakar diatur dengan menentukan lama injektor "ON". Lama injektor "ON" disebut durasi injeksi. Semakin besar durasi injeksi semakin banyak jumlah bahan bakar yang diinjeksikan. Durasi injeksi dikontrol oleh ECU berdasarkan masukan dari sensor jumlah udara (*air flow meter/ MAP sensor*), putaran mesin (*ignition coil/ NE signal*), temperatur mesin (*Coolant temperature*

*sensor*), posisi katup gas (*throttle position sensor*), emisi gas buang (*oxygen sensor*).

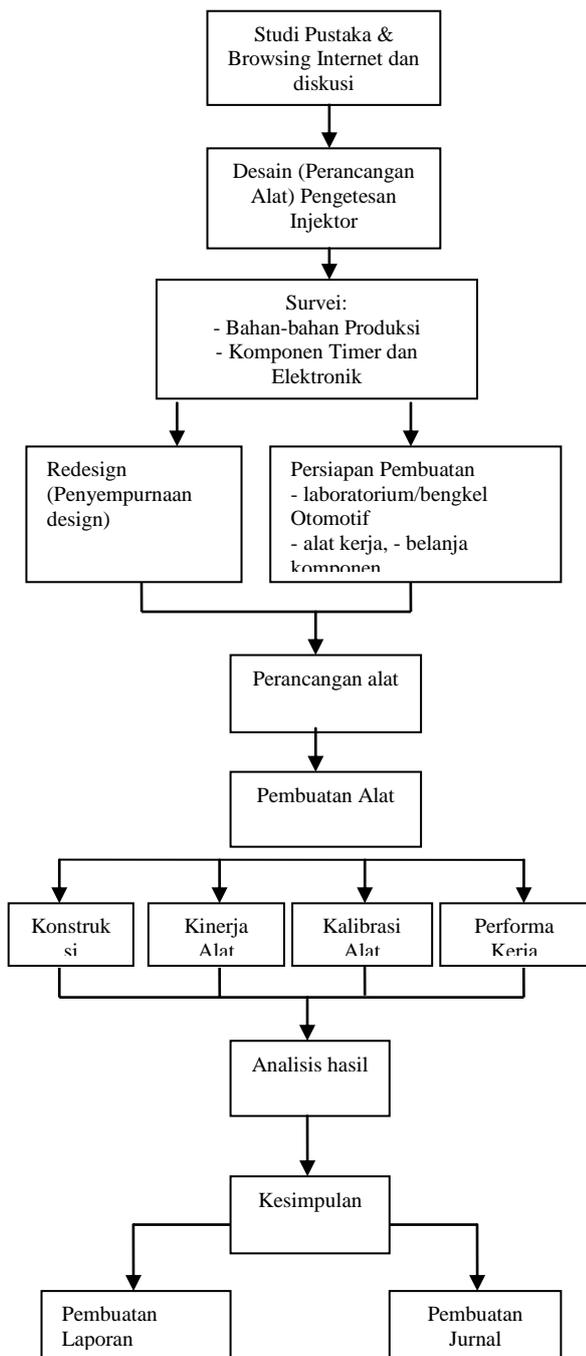
Perawatan, pemeliharaan dan pencegahan kerusakan injektor pada mobil EFI sangat penting. Menurut pedoman reparasi mesin Toyota 5A-FE tahanan injektor pada temperature 20°C sebesar 13,4 – 14.2  $\Omega$  dan volume injeksi 39-49  $\text{cm}^3$  per 15 detik dan perbedaan antar tiap injektor kurang lebih 10  $\text{cm}^3$ . Kebocoran sebesar satu tetes atau kurang per 12 detik.

Analisa faktor-faktor penyebab kerusakan pada injektor sangat perlu ditemukan, baik secara langsung maupun tidak langsung. Sedangkan alat pengelasan dan pembersihan injektor yang ada di bengkel *Autorized* untuk perawatan injektor yang dimiliki pabrikan sangat mahal harganya, oleh karena itu perlu dirancang pengembangan model alat yang efektif dan efisien serta murah untuk proses pembersihan injektor.

#### BAHAN DAN METODE

Permasalahan yang telah dirumuskan di atas, diperlukan suatu metode yang harus diikuti agar dapat menyelesaikan permasalahan dengan tepat. Metode pemecahan adalah sebagai berikut: Pertama mengambil data dengan observasi dan wawancara langsung pada pemilik bengkel untuk mengambil data faktor penyebab kerusakan injektor. Kedua tahap pembuatan alat yang terdiri dari (1) Tahap koordinasi dan persiapan untuk melakukan koordinasi dengan bengkel rekanan untuk diminta masukan-masukannya tentang alat yang akan dibuat; (2) membuat perencanaan model alat tes injektor tester; (3) membuat gambar kerja alat yang dimaksud; (4) membuat jadwal kerja; (5) merencanakan biaya yang diperlukan; (6) melaksanakan pembuatan model alat; (7) mengadakan uji coba alat dan kalibrasi; (8) menyempurnakan kekurangan.

Alur perencanaan dan pembuatan alat secara skematis dapat dilihat pada gambar 5:

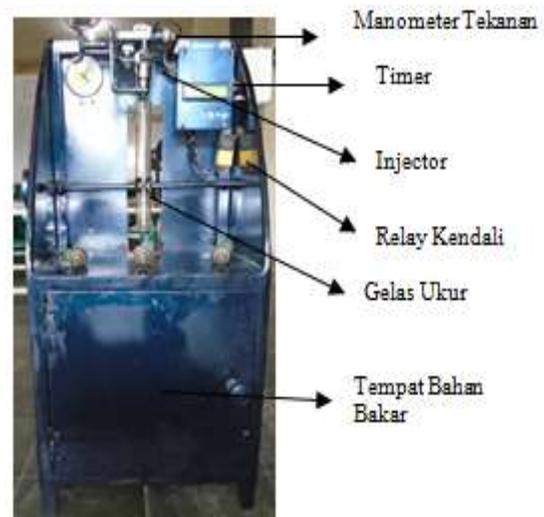


Gambar 5. Flow chart Penelitian

Alat injektor tester dan yang dirancang ini termasuk klasifikasi teknologi *elektronik* dimana cara kerjanya menggunakan sistem elektronik dengan tenaga penggerak pompa bahan bakar dan timer waktu penyemprotan bahan bakar yang diinjeksikan pada gelas ukur. Alat ini mengkombinasikan antara

metode pembilasan dan prinsip *digital injector tester* yang diharapkan dapat digunakan untuk memeriksa kondisi suatu *injector* sekaligus untuk membersihkan *injector* dari karbon dan diharapkan dapat mengatasi semua masalah yang berhubungan dengan *injector*.

Secara garis besar desain alat ini terdiri dari perangkat elektronik yang terdiri dari pompa bahan bakar, pengukur tekanan bahan bakar, timer waktu penyemprotan yang disusun sedemikian rupa pada kerangka alat. Untuk memudahkan kerja pada kerangka alat tes dipasangkan tangki bahan bakar dan tangki pembersih (*cleaner*) yang didalamnya dipasang pompa bahan bakar sesuai standart tangki mobil EFI dengan timer penyemprot. Aliran penyemprotan akan bersikulasi masuk ke tangki lagi baik pada waktu pengetesan semprotan bahan bakar maupun pembersih (*cleaner*) sehingga tidak ada bahan bakar dan pembersih yang terbuang percuma.



Gambar 6. Rancangan Alat injektor tester

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengambilan data dari 142 injektor yang dilakukan pengujian oleh peneliti pada bengkel-bengkel di wilayah Yogyakarta dan Klaten di antaranya bengkel mobil *cam speed* mobil, *Grand racing* Yogyakarta, dan di *Wilashtech* Klaten Prambanan di peroleh data untuk macam-macam kerusakan *injector* adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Jenis-jenis kerusakan Injektor

N o	Jenis Kerusakan	Jumlah	Prosentase (%)
1	Injektor Tersumbat total	10	7.0
2	Injektor Abrasi (terkikis)	6	4.2
3	Injektor bocor	5	3.5
4	Injektor Selenoid Mati	3	2.1
5	Injektor Tersumbat Sebagian	25	17.6
6	Tahanan/resistensi solenoid turun/rendah	12	8.4
7	Injektor kotor	45	31.7
8	Pola semprotan	36	25.4
	Jumlah	142	100

Kerusakan yang ditemukan dalam penelitian ini menunjukkan bahwa kasus untuk injektor kotor didapatkan prosentase sebanyak 31.7 % dimana menduduki prosentase paling tinggi, selanjutnya pola semprotan yang tidak sesuai dengan standart sebanyak 25.4 %. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa bahan bakar premium yang mengandung banyak timbal yang digunakan sebagai bahan bakar kurang cocok digunakan sebagai bahan bakar utama untuk mobil EFI. Selanjutnya disarankan untuk menggunakan bahan bakar non timbal yang gunakan sebagai bahan bakar.

Kerusakan injektor karena pengaruh solenoid magnet mati dan injektor bocor menduduki prosentase yang paling kecil yaitu menyumbang sebesar 2,1 % dan 3,5 %. Hal ini menunjukkan bahwa injektor relatif awet dan kuat, sehingga anggapan bahwa mobil injeksi rentan terhadap

kerusakan karena barang elektronik tidak terbukti.

Beberapa semprotan injektor yang baik dan jelek karena pemakaian bahan bakar dan kurang adanya perawatan rutin dari pemilik mobil. Pemberian cairan pembersih yang diberikan pada campuran bensin di dalam tangki hanya efektif kalau injektor masih belum mengalami penyumbatan yang parah. Akibat adanya penyumbatan injektor akan berakibat pada putaran mobil yang tersendat, akselerasi kurang, mesin tiba-tiba mati kalau dibiarkan berakibat pada kerusakan ECU yang mengatur sistem komputer dari mobil itu sendiri.

Membersihkan injektor biasanya dealer atau bengkel menggunakan alat khusus yang disebut "*Injector Cleaner and Tester*". *Injector Cleaner* ini bekerja menggunakan metode getaran *ultrasonic* dalam merontokan kotoran yang menempel didalam injektor. Namun alat ini di pasaran harganya sangat-sangat mahal.

Hasil pengujian alat pengetes injektor didapatkan bahwa besar tegangan pada *output* pompa sebesar 12 Volt, arus yang mengalir pada selenoid injektor sebesar 9 volt dan arusnya sesuai dengan spesifikasi yaitu sebesar 5 ampere. Tegangan aman yang diperbolehkan mengalir ke injektor sebesar 9 Volt dan maksimal 12 Volt, sedangkan pada alat ini dengan tegangannya sebesar 9 Volt sehingga kondisi injektor masih dapat bekerja dan *coil selenoid* tidak rusak dibuktikan dengan tidak adanya kebocoran pada injektor akibat rusaknya *coil selenoid*. Hasil pengujian alat pengetes injektor didapat bahwa volume penginjeksian injektor seperti yang terlihat pada tabel berikut ini.

Tabel 2. Hasil Pengujian Volume Injektor

Nomor Pengujian	Hasil Uji Volume Injektor (cc)				Tekanan Pompa (bar)	
	Sil 1 Injeksi	Sil 2	Sil 3	Sil 4	Sebelum Injeksi	Sesudah
1	33	44	42	46	3,2	3,3
2	33	44	42	46	3,5	3,4
3	33	44	42	46	3,3	3,3
4	33	44	42	46	3,5	3,4
5	33	44	42	46	3,3	3,3
<b>Rata-rata</b>	<b>33</b>	<b>44</b>	<b>42</b>	<b>46</b>	<b>3,33</b>	<b>3,33</b>

Hasil pengujian alat terhadap volume injektor diperoleh bahwa nilai rata-rata volume injeksi injektor adalah sebesar 41,25 cc. Volume injeksi yang dihasilkan alat pengetes masuk dalam rentang data volume injeksi pada dasar teori yaitu 39 sd 49 cc setiap 15 detik. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan diketahui bahwa kinerja alat pengetes sudah berhasil dicapai. Hal ini ditunjukkan dengan hasil sebagai berikut: Injektor dapat menyemprotkan bahan bakar (bensin) dengan baik dan cleaner dapat bekerja dengan sempurna untuk membersihkan injektor. Ketika arus listrik yang mengalir ke injektor diputus, tidak ada indikasi yang menunjukkan bahwa injektor masih mengeluarkan bahan bakar (bocor).

Dengan demikian alat tes injektor dengan rancang bangun yang telah dilaksanakan maka sudah terpenuhi dengan dicapainya efektivitas kerja dan akurasi pengukuran yang benar sehingga metode *trial and error* akan dapat ditinggalkan. Dilihat dari hasil pengukuran maka keakurasian pengukuran dapat tercapai karena alat ini memakai timer pengukur lamanya waktu injeksi. Dengan dihasilkannya alat bantu pengukuran tes injeksi ini diharapkan problem tentang keluhan dapat diminimalisir dan kualitas hasil pekerjaan dapat efektif dan efisien.

## KESIMPULAN

1. Penyebab kerusakan injector sebagai berikut: Injector Tersumbat 7.0 %, Injektor Abrasi (terkikis) 4.2%, Injector bocor 3.5%, Injektor Selenoid Mati 2.1%, Injektor Tersumbat Sebagian 17.6 %, Tahanan/resistensi solenoid turun/rendah 8.4%, Injector kotor 31.7%, Pola semprotan 25.4%. kerusakan injector terbanyak karena kotor dan pola semprotan yang sudah tidak sesuai dengan paternnya yang dikarenakan bahan bakar mengandung timbal. Pemakaian bahan bakar mengandung timbal pada mobil EFI tidak

direkomendasikan. Sedangkan injector yang selenoidnya mati dan bocor menyumbang kasus yang paling sedikit, ini menunjukkan bahwa komponen elektronik pada mobil EFI yang dipakai sangat aman dan kuat.

2. Hasil yang dicapai alat telah berhasil terbuat dengan dimensi panjang x lebar x tinggi adalah 200 x 100 x 450 mm. Selama percobaan didapatkan kinerja alat dapat bekerja dengan baik. Alat dapat mengatur waktu penyemprotan injektor dengan akurat, besarnya tegangan output yang mengalir ke injektor sebesar 9 volt dan arusnya 5 ampere. Tekanan pompa bahan bakar sebesar 3,3-4 bar, dalam waktu 15 detik volume injeksi dari injektor yang dites sebesar 33-46 cc dengan rata-rata 41.25 cc.
3. Uji fungsional alat tes telah menunjukkan bahwa bagian-bagian alat tes injektor tester telah bekerja dengan baik dan hasil uji pelayanan alat menunjukkan tidak ada kesulitan dalam pengoperasian alat tes tersebut. Ditinjau aspek teknis kinerja alat pengetes injektor bagus dan segi ekonomis, alat sangat fleksibel dimiliki oleh perbengkelan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bonnick, A.W.M (2001), "*Automotive Computer Controlled Systems-Diagnostic Tools and Techniques*", Boston, Butterworth Heinemann.
- Muh Solikin (2009), "*Sistem Bahan Bakar EFI*," Yogyakarta, Alfabeta
- Robert Bosch (1993), "*Automotive Handbook*" SAE Society of Automotive Engineers 400 Commonwealth Drive. USA
- Toyota Astra Motor (2012), "*Pedoman Reperasi Mesin 5A-FE Soluna*," Jakarta, Toyota Astra Motor.
- Toyota Astra Motor (2003), "*Pedoman Reperasi Mesin model serie F6 01 RM Avanza*," Jakarta, Toyota Astra Motor.