

**RANCANG BANGUN ALAT UJI INJEKTOR
BERBASIS MIKROKONTROLER**

SKRIPSI

**untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Pendidikan**



RAHMAT HIDAYAT

NIM 1302731

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK OTOMOTIF
JURUSAN TEKNIK OTOMOTIF
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2018
PERSETUJUAN PEMBIMBING**

PERSETUJUAN PEMBIMBING

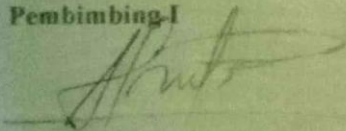
SKRIPSI

Judul : Rancang Bangun Alat Uji Injektor Berbasis Mikrokontroler
Nama : Rahmat Hidayat
NIM : 1302731/2013
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif
Jurusan : Teknik Otomotif
Fakultas : Teknik

Padang, 8 Juli 2018

Disetujui oleh :

Pembimbing I



Dwi Sudarno Putra ST, MT
NIP. 198206252008121003

Pembimbing II



Irma Yulia Basri, S.Pd, M.Eng
NIP.197707072005012002

Ketua Jurusan



Drs. Martias, M. Pd
NIP. 19640801 199203 1 003

PENGESAHAN TIM PENGUJI

Nama : Rahmat Hidayat
NIM : 1302731/2013

Dinyatakan lulus setelah mempertahankan skripsi di depan Tim Penguji:
Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif
Jurusan Teknik Otomotif
Universitas Negeri Padang
Dengan Judul

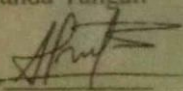
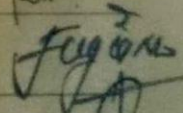
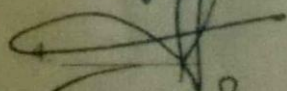
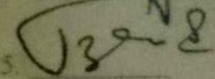
Rancang Bangun Alat Uji Injektor Berbasis Mikrokontroler

Padang, 9 Juli 2018

Tim Penguji

Tanda Tangan

1. Ketua : Dwi Sudarno Putra, ST, MT
2. Sekretaris : Irma Yulia Basri, S.Pd, M.Eng
3. Anggota : Toto Sugianto, S.Pd, M.Si
4. Anggota : Wagino, S.Pd, M.Pd T
5. Anggota : Wawan Purwanto, S.Pd, MT, Ph.D

1. 
2. 
3. 
4. 
5. 



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK OTOMOTIF
Jl. Prof Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang 25171
Telp. (0751) 7055922 FT. (0751) 7055644, 445118 Fax. 7055644
E-mail: info@ft.unp.ac.id

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis saya, berupa skripsi dengan judul "Rancang Bangun Alat Uji Injektor Berbasis Mikrokontroler" adalah asli karya saya sendiri;
2. karya tulis ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali dari pembimbing;
3. di dalam karya tulis ini, tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan di dalam naskah dengan menyebutkan pengarang dan dicantumkan pada kepustakaan;
4. pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila terdapat penyimpangan di dalam pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai norma dan ketentuan hukum yang berlaku.

Padang, 9 Juli 2018

Yang membuat pernyataan



Rahmat Hidayat

Nim 1302731/2013

ABSTRAK

Rahmat Hidayat. 2018. “Rancang Bangun Alat Uji Injektor Berbasis Mikrokontroler” *Skripsi*. Padang: Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif, Jurusan Teknik Otomotif, Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Penelitian ini membahas tentang rancang bangun alat uji injektor berbasis mikrokontroler. Tujuan penelitian rancang bangun ini adalah menjelaskan proses perancangan dan pembuatan serta menguji alat uji injektor berbasis mikrokontroler, yang sudah berhasil dibuat. Sebagai solusi atas permasalahan yang peneliti temukan dilapangan mengenai langkanya penggunaan alat uji injektor di bengkel otomotif.

Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan level 3, meneliti dan menguji untuk mengembangkan produk yang telah ada. Objek penelitian ini adalah alat uji injektor berbasis mikrokontroler, penelitian dilaksanakan dalam beberapa tahap, yaitu (1) Potensi dan Masalah, (2) Mendesain Produk, (3) Validasi Desain, (4) Revisi Desain, (5) Pembuatan Produk, (6) Uji Coba Produk, (7) Revisi Produk, (8) Uji Coba Pemakai, (9) Revisi produk. Data yang di kumpulkan ada 3 yaitu data observasi melalui praktek lapangan indusri, Data yang dikumpulkan sewaktu seminar Proposal, sedangkan data untuk tes adalah hasil uji coba pemakaian di labor.

Berdasarkan penelitian yang dilaksanakan dapat disimpulkan beberapa hal berikut. *Pertama* penggunaan metode penelitian pengembangan level 3 dapat diterapkan dalam penelitian rancang bangun alat uji injektor berbasis mikrokontroler. *Kedua* rancang bangun alat uji injektor berbasis mikrokontroler ini bisa digunakan untuk unji injektor hal tersebut bisa dilihat dari data keseragaman penyemprotan pada alat uji injektor berbasis mikrokontroler walaupun data yang didapat sedikit berbeda dari model 271021.

Kata Kunci: Injektor, Mikrokontroler, penelitian dan pengembangan.

KATA PENGANTAR



Assalaamu'alaikum Warahmatullahi wabarakatuh

Puji syukur peneliti ucapkan kehadiran Allah swt atas segala rahmat dan karunianya serta hidayah-Nya yang telah memberikan kekuatan kepada peneliti, sehingga telah dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul **“RANCANG BANGUN ALAT UJI INJEKTOR BERBASIS MIKROKONROLER”**.

Shalawat beserta salam tidak lupa peneliti ucapkan kepada junjungan alam, yakni Nabi Muhammad saw. yang telah memberikan perubahan kepada manusia. penelitian ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd.) pada Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang (UNP.)

Dalam skripsi ini, peneliti telah banyak mendapat bantuan dan dorongan baik materil maupun moril dari berbagai pihak, maka pada kesempatan ini peneliti dengan segala kerendahan hati mengucapkan terima kasih yang sebesar besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Fahmi Rizal, M.Pd.,MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
2. Bapak Drs. Martias, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Teknik Otomotif Universitas Negeri Padang.
3. Bapak Dwi Sudarno Putra ST. MT selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan bantuan dan bimbingan dalam skripsi ini.

4. Ibuk Irma Yulia Basri, S.Pd, M.Eng selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan bantuan dan bimbingan dalam skripsi ini.
5. Bapak Wagino, S.Pd, M.Pd.T selaku Pembimbing Akademik.
6. Bapak/Ibu Dosen pengajar dan administrasi Jurusan Teknik Otomotif Universitas Negeri Padang yang telah memberikan ilmu dan pengalaman studi yang sangat bermanfaat bagi peneliti.
7. Kedua orang tua Penulis dan seluruh keluarga yang selalu memberi peneliti motivasi dan semangat baik berupa materil maupun spiritual.
8. Seluruh rekan-rekan seperjuangan mahasiswa Jurusan Teknik Otomotif Tahun 2013 dan semua pihak yang telah ikut memberikan dorongan demi menyelesaikan skripsi ini.

Semoga semua bantuan menjadi amal baik yang akan dibalas oleh Allah swt dengan “*Hidayah*” dan keselamatan di akhirat kelak. Peneliti menyadari dalam penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan dikarenakan keterbatasan dan kemampuan peneliti, untuk itu penulis mengharapkan saran yang bersifat memperbaiki dalam kesempurnaan skripsi ini selanjutnya.

Padang, 14 Juli 2018

Penulis

Rahmat Hidayat 1302731/ 2013

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN	vii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah.....	4
C. Batasan Masalah	5
D. Rumusan Masalah.....	5
E. Tujuan Penelitian	5
F. Manfaat Penelitian.....	6
BAB II KAJIAN TEORI	
A. Landasan Teori	7
B. Penelitian Relevan	20
C. Kerangka Berfikir	21
D. Pertanyaan Penelitian.....	22
BAB III METODE PENELITIAN	
A. Jenis Penelitian.....	23
B. Waktu dan Tempat Penelitian	23
C. Objek Penelitian	24
D. Jenis dan Sumber Data	24
E. Instrumen Pengumpulan Data	24
F. Metode Penelitian <i>Research and Development</i>	25
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil Penelitian	40
B. Pembahasan	60

BAB V. PENUTUP

A. Kesimpulan.....	63
B. Saran.....	64

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Soket Injektor	10
Tabel 2. Penjelasan Nama Bagian Komponen	27
Tabel 3. Pengujian Keseragaman Injeksi	37
Tabel 4. Pengujian Sudut Injeksi atau Bentuk Injeksi	37
Tabel 5. Volume Injektor Menginjeksi	37
Tabel 6 . Keterangan Revisi Design Alat	40
Tabel 7. Pengelompokan Komponen Alat	42
Tabel 8. Penjabaran Komponen Alat	43
Tabel 9. Dasar Algoritma Pemograman Alat	47
Tabel 10. Spesifikasi Alat Uji Injektor.....	49
Tabel 11. Sudut Penyemprotan pada Alat Uji Injektor	52
Tabel 12. Sudut Penyemprotan Pada Model 271021	52
Tabel 13. Volume Penginjeksian, selama 15 Detik	52
Tabel 14. Volume Penginjeksian, selama 15 Detik model 271021.....	53
Tabel 15. Keseragaman Injeksi Injektor Pada Alat	53
Tabel 16. Keseragaman Injeksi pada Model 271021	55
Tabel 17. Analisis Sudut Injeksi.....	56
Tabel 18. Analisis Volume Injeksi	57
Tabel 19. Analisis Keseragaman Injeksi	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Grafik Produksi dan Penjualan Mobil 2003-2015.....	1
Gambar 2. Membersihkan Injektor dengan Metode Manual.	3
Gambar 3. Injektor	9
Gambar 4. Tipe-Tipe Injektor	10
Gambar 5. Sudut Penyemprotan Injektor	11
Gambar 6. Arduino Mega 2560	13
Gambar 7. Atmega 2560	14
Gambar 8. Kerangka Berfikir.....	21
Gambar 9. Desain Elektronika Alat Uji Injektor	26
Gambar 10. Gambar Mekanis Alat Uji Injektor	28
Gambar 11. Blok Diagram Perangkat Lunak.....	31
Gambar 12. Tampilan Arduino IDE.....	35
Gambar 13 Hasil Revisi Alat Uji Injektor	40
Gambar 14. Jalur PCB Power Suply Alat Uji Injektor	45
Gambar 15. Tata Letak Komponen Power Suply.	45
Gambar 16. Driver injektor	46
Gambar 17. Hasil Produk Rancangan Alat Uji Injektor Berbasis Mikrokontroler.....	49
Gambar 18. Analisis Data pada Penelitian Pengembangan.	49
Gambar 19. Tampilan Indikator LCD Alat Uji Injektor.	51
Gambar 20. Grafil Keseragaman Penyemprotan.	62

DAFTAR LAMPIRAN

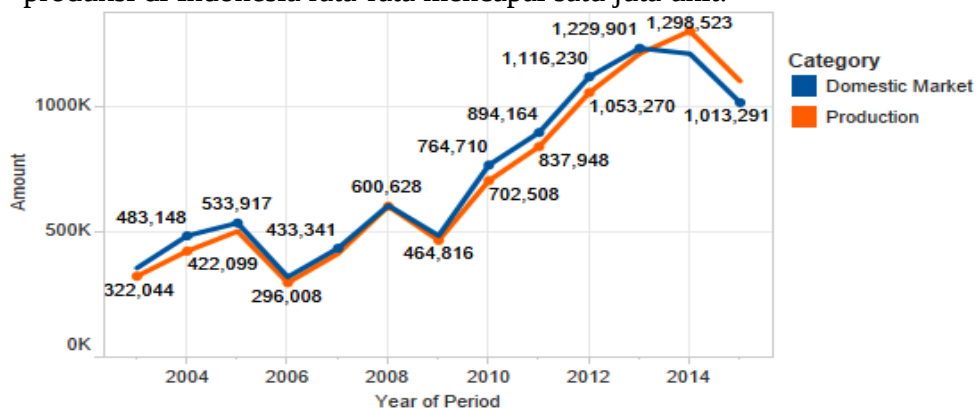
Lampiran 1. Desain Alat Uji Injektor Berbasis Mikrokontroler	67
Lampiran 2. Program Alat Uji Injektor Berbasis Mikrokontroler.	71
Lampiran 3. Wiring Alat Uji Injektor Berbasis Mikrokontroler.....	76
Lampiran 4. Izin Pengambilan Data	77
Lampiran 5. Data Penelitian.....	78
Lampiran 6. Bukti selesai Pengambilan Data	80
Lampiran 7. Dokumentasi Penelitian.....	81

BAB 1 PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Teknologi otomotif dunia berkembang sangat pesat. Mulai dari desain interior, exterior, kontruksi mesin, bahkan sampai ke sistem kelistrikan dan sistim pengapian yang telah mengalami perkembangan yang signifikan dari tahun ke tahun. Salah satu sistem pengapian mobil ialah platina yang berkembang menggunakan CDI (*Capasitor Discharge Ignition*). dan ECU (*Electronic Control Unit*) yang lebih pintar dan mampu menyesuaikan dengan pengaturan yang diperlukan aktuator pada mesin sesuai dengan karakter pengguna sehingga didapatkan performa maksimal. pesatnya pertumbuhan kendaraan mobil di Indonesia mengakibatkan peningkatan penggunaan bahan bakar minyak disektor transportasi. selain itu dari gas buang yang mengandung polutan juga meningkat dan mempertinggi kadar pencemaran udara.

Sesuai dengan produksi mobil tiap tahunnya, GAIKINDO (Gabungan Industri Kendaraan Bermotor indonesia) telah mencatat jumlah mobil yang di produksi di Indonesia rata-rata mencapai satu juta unit.



Gambar 1. Grafik Produksi dan penjualan Mobil 2003-2015

Berdasarkan gambar 1, GAIKINDO mencatat jumlah produksi dan penjualan mobil dalam Negeri pada 2003 sampai 2015 cenderung mengalami peningkatan setiap tahunnya, meskipun beberapa tahun mengalami penurunan yakni pada tahun 2006, 2009, 2015 yang mengalami penurunan dari jumlah produksi dan jumlah pemasarannya di dalam negeri, dan terjadi kenaikan produksi serta penjualan pada tahun 2010 sampai tahun 2014.

Pada 10 Maret 2017 yang lalu, Menteri Lingkungan Hidup telah menandatangani Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No.P.20/MENLHK/SETJEN/KUM.1/3/2017 tentang Baku Mutu Gas Buang Kendaraan Bermotor Tipe Baru kategori M, N, dan O atau yang lebih dikenal dengan Standar Emisi Euro IV. Dengan berlakunya peraturan ini, maka segala fasilitas uji layak jalan kendaraan bermotor roda dua dan roda empat wajib menggunakan metode uji Euro 4 dan juga industri otomotif dalam negeri untuk menyiapkan infrastruktur produksi dan teknologi mesin yang sesuai.

Ke depannya, kendaraan yang produksi Indonesia tidak menggunakan sistem pemasukan bahan bakar konvensional lagi atau yang lebih dikenal dengan sistem karburator, tetapi sudah menggunakan sistem injeksi. Proses pemasukan bahan bakar diatur oleh ECU berdasarkan kondisi mesin yang dideteksi oleh sensor-sensor elektronik. Pada sistem injeksi, cara untuk melakukan perawatan pada komponen injeksinya ialah dengan menggunakan *special service tools*. Salah satu contoh *special service tools* ini ialah alat untuk membersihkan injektor (*injector cleaner*). Alat ini digunakan untuk

membersihkan dan memeriksa kondisi sebuah injektor. Peralatan ini sangat penting bagi proses perawatan sebuah mesin mobil karena keakuratan dalam penginjeksian bahan bakar sangat diperlukan dalam proses pembakaran yang sempurna dan gas buang yang dihasilkan juga sesuai dengan ambang batas yang telah ditetapkan. Namun secara faktanya tidak semua bengkel memiliki alat *special service tools* untuk injeksi ini. Hal tersebut dikarenakan harganya yang mahal, yakni pada kisaran harga 15 juta sampai 25 juta rupiah untuk model yang sama, bahkan

Berdasarkan pengalaman penulis saat melakukan Praktek Lapangan Industri pada 13 Juni 2016, sampai 13 Agustus 2016 di bengkel Agung Toyota Muara Bungo, Provinsi Jambi, penulis menemukan masih digunakannya metode manual, yaitu, membersihkan kotoran dalam saluran injektor dengan kompresor dan cairan pembersih, saat melakukan service injektor pada mobil pelanggan. Hal tersebut dapat dilihat pada gambar 2 berikut.



Gambar 2. Membersihkan Injektor dengan Metode Manual.
(Sumber : Laporan Praktek Lapangan Industri Rahmat Hidayat)

Gambar 2 tersebut merupakan bukti otentik dari cara yang sering dilakukan oleh bengkel, terlebih bengkel umum yang berada di tepi jalan dan tidak memiliki modal besar. Cara tersebut memiliki dua kekurangan yakni (1) akan merusak injektor jika proses dilakukan dengan tekanan angin yang besar dan (2) proses hanya sebatas untuk membersihkan saja tidak ada proses pengujian keseragaman injeksi sehingga tidak diketahui secara pasti apakah injektor masih bagus atau tidak. Jika dua hal tersebut terjadi maka umur pakai injektor akan lebih pendek.

Melihat kenyataan bahwa *injector cleaner* sangat penting dalam proses perawatan kendaraan tetapi dari segi harga yang ada masih terbilang mahal, pada tahun 2015 lalu penulis juga telah membuat prototipe alat uji injeksi yang di biyai oleh dana program kreatifitas mahasiswa tetapi masih dalam bentuk semi prototipe dan perlu penyempurnaan konsep, sehingga pada kesempatan ini penulis ingin berkontribusi untuk membuat sebuah alat pembersih dan sekaligus alat uji injektor mobil yang lebih murah dengan memanfaatkan teknologi mikrokontroler sebagai pusat pengendalian kerjanya. Oleh karna itu penulis menuliskan skripsi dengan judul Rancang Bangun Alat Uji injeksi Berbasis Mikrokontroler.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang peneliti kemukan diatas maka dapat di identifikasi masalahnya sebagai berikut.

1. Pesatnya pertumbuhan mobil di Indonesia yang mengakibatkan meningkatnya penggunaan bahan bakar minyak (BBM) pada sektor

transportasi, dampaknya pada gas buang yang mengandung polutan juga naik dan mempertinggi kadar pencemaran udara.

2. Mahalnya harga alat uji injektor yang ada dipasaran otomotif sehingga tidak semua bengkel mampu memiliki alat tersebut untuk memeriksa Injektor.
3. Proses perawatan injektor secara manual dapat berpotensi memperpendek umur pakai injektor

C. Batasan Masalah

Supaya penelitian ini lebih terarah dan jelas maka perlu adanya batasan masalah demi tujuan yang ingin dicapai. Ada pun batasan masalah pada penelitian ini difokuskan pada pengembangan alat pembersih yang sekaligus menjadi alat uji Injektor dengan memanfaatkan mikrokontroler sebagai pusat pengendalian kerja alat.

D. Rumusan Masalah

Ada pun perumusan masalah pada penelitian ini ialah bagaimana proses perancangan dan pembuatan alat pembersih dan sekaligus alat uji injektor.

E. Tujuan Penelitian

Ada beberapa tujuan dari penelitian ini dilakukan ialah sebagai berikut.

1. Menjelaskan proses perancangan alat pembersih dan penguji injektor.
2. Menjelaskan proses pembuatan alat pembersih dan penguji injektor
3. Menguji fungsi alat yang sudah dirancang dan dibuat.

F. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Sebagai salah satu persyaratan bagi penulis untuk mendapatkan gelar S1 pada Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
2. Bagi mahasiswa dan peneliti dapat dijadikan acuan dalam mengembangkan suatu produk yang semisal.
3. Memberikan informasi bagi masyarakat tentang manfaat penggunaan alat uji injektor.

BAB II

KAJIAN TEORI

A. Landasan Teori

1. Sistem Pengontrolan Mesin Modern

Mesin adalah alat mekanik atau elektrik yang mengirim atau mengubah energi untuk melakukan atau alat membantu mempermudah pekerjaan manusia, sistem pengontrolan modern merupakan satu sistem pada kendaraan yang berfungsi untuk menghasilkan tenaga secara efisien, beberapa parameter dikontrol baik oleh sistem mekanis maupun elektronik.

Hal hal yang mempengaruhi kemampuan mesin antara lain :

- a. Volume Langkah Total
- b. Perbandingan Kompresi
- c. Efisiensi Volumetrik dan pengisian
- d. Efisiensi panas

Pengontrolan mesin pada kendaraan modern dilakukan secara elektronik, sistem yang di mesin misalnya : sistem pencampuran bahan bakar, sistem pengapian, dan sistem emisi. Sistem pencampuran bahan bakar disebut *Electronic Fuel Injection (EFI)*. Jadi sistem pengontrolan mesin modern merupakan sinkronisasi antara sistem mekanis dengan elektronik untuk meningkatkan efisiensi dari mesin.

2. EFI (*Electronic Fuel Injection*)

a. Defenisi EFI

Sistem EFI (*Electronic Fuel Injection*) menjamin perbandingan udara dan bahan bakar yang ideal dan efisiensi bahan bakar yang tinggi pada tiap saat.(*New Step* 1, 2003:3-68) sejalan dengan itu M.Suratman (2009:69) berpendapat bahwa “ EFI adalah jumlah bahan bakar yang masuk ke dalam *intake manifold* diatur/ dikontrol secara elektronik dan mengirimkannya ke silinder melalui injektor. Sistem EFI menentukan perbandingan jumlah bahan bakar dan udara yang tepat (optimal) dengan menyesuaikan pada karakteristik kerja mesin saat itu, yaitu keadaan jumlah dan temperatur udara yang masuk, Kecepatan mesin, Temperatur air pendingin, posisi katup *throttle*, pengembunan oksigen dalam pipa pembuangan dan kondisi penting mesin lainnya.

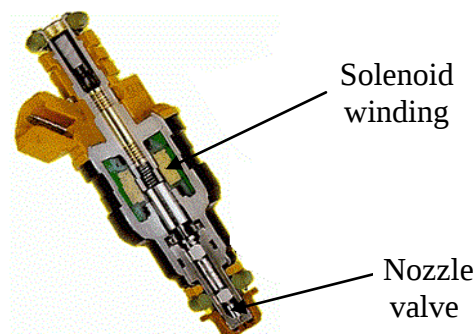
Berdasarkan defenisi di atas dapat disimpulkan bahwa EFI adalah sebuah sistem penyemprotan bahan bakar yang dalam kerjanya dikontrol secara elektronik agar didapatkan nilai campuran udara dan bahan bakar selalu sesuai dengan kebutuhan mesin,maka proses pembakaran yang terjadi di ruang bakar akan terjadi secara sempurna sehingga didapatkan daya motor yang optimal serta gas buang yang ramah lingkungan. Proses pemberian bahan bakar dari ECU (*Electronic Control Unit*) ke *injektor* yang didasarkan pada *signal-signal* dari sensor-sensor antara lain sensor *air flow meter*,

manifold absolute pressure, sensor putaran mesin, *water temperature sensor*, *throttle position sensor* dan lain-lain.

3. Injektor

Injektor adalah salah satu bagian dari sistim bahan bakar yang akan mengabutkan bahan bakar agar terjadi proses pencampuran yang homogen antara udara dan bahan bakar (Modul Efi, 2008 :11) sementara itu, Menurut Hasan Maksun, dkk (2012,118) menyatakan bahwa “injektor adalah komponen yang berfungsi menyemprotkan bahan bakar kedalam ruang bahan bakar”. Jadi Injektor adalah salah satu bagian dari sistem bahan bakar yang akan mengabutkan bahan bakar agar terjadi proses percampuran yang homogen antara udara dan bahan bakar.

Injektor dilengkapi dengan *plunger* yang akan membuka dan menutup saluran bahan bakar dan kerja *plunger* dikontrol oleh *solenoid* yang mendapat instruksi dari engine ECU. Bahan bakar akan keluar lebih gemuk ketika plunger tertahan lebih panjang atau sebaliknya. Pengaturan campuran bahan bakar gemuk, kurus, dan saat kapan mulai diinjeksikan tergantung dari sinyal yang dikirim oleh *engine ECU*.



Gambar 3. Injektor
(sumber : *automotive computer controlled system*)

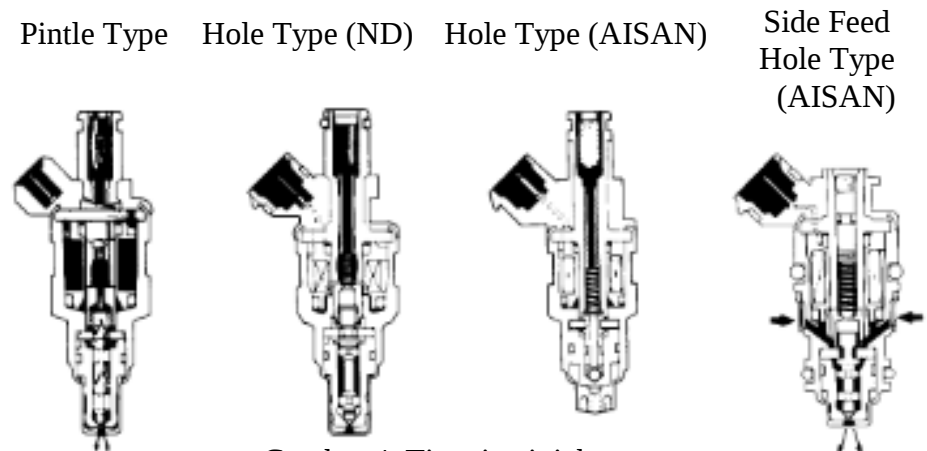
a. Tipe tipe Injektor

Berdasarkan bentuk konstruksinya Tipe-tipe injektor secara umum dapat dibagi beberapa jenis sebagai berikut.

- 1) Bentuk Lubang Injeksi
 - a) Tipe Pintle
 - b) Tipe hole
- 2) Nilai Resistan
 - a) Resistan rendah ($2-3\Omega$)
 - b) Resistan tinggi ($13,8\Omega$)

Tabel 1. Soket Injektor

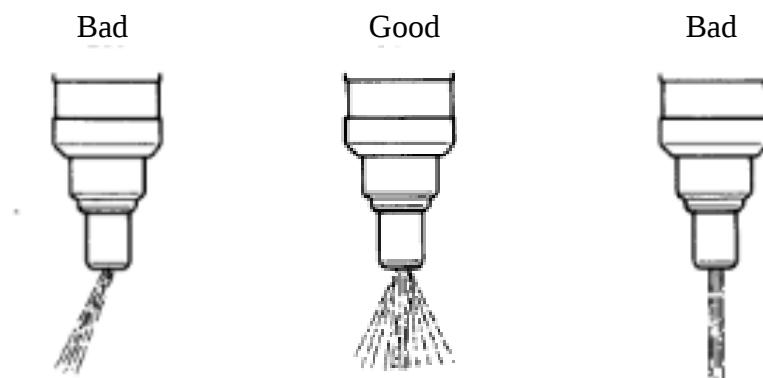
Connector shape	Shape of injection port	Resistance Value	EFI Inspection Wire (SST)
	Pintle Type	Low	C with resistor 09842-30020
	Pintle Type	High	D without resistor 09842-30040
	Hole Type	Low	E with resistor 09842-30060
	Hole Type	High	D without resistor 09842-30070



Gambar 4. Tipe tipe injektor
(Sumber : Toyota Motor Sales, 12)

b. Karakteristik injektor yang baik

Bentuk pengabutan injektor harus memiliki bentuk yang baik hal ini berpengaruh terhadap kinerja dari sebuah kendaraan yang menggunakan sistem bahan bakar EFI. “Tekanan bahan bakar pada injektor diatur oleh pressure regulator, perubahan tekanan bahan bakar akibat injeksi bahan bakar dan variasi perubahan *vacum manifold* mengakibatkan jumlah bahan bakar yang di injeksikan berubah (Toyota Step 2 EFI, 1997: 29).” Pola penyemprotan injektor di pengaruhi oleh tekanan bahan bakar. Menentukan sebuah injektor masih baik digunakan dapat dilakukan dengan cara membandingkan pola penyemprotan injektor dengan standarnya.



Gambar 5. Sudut Penyemprotan Injektor
(Sumber: Toyota Motor Sales, 17)

c. Jenis jenis Kerusakan Pada Injektor

- a. Terkikis
- b. Bocor
- c. Solenoid mati
- d. Tersumbat sebagian

- e. Resistensi rendah
- f. Pola penyemprotan tidak baik

4. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umumnya dapat menyimpan program didalam umumnya terdiri dari CPU (Central Processing Unit), memori, I/O tertentu dan unit pendukung seperti Analog-to-Digital Converter (ADC) yang sudah terintegrasi di dalamnya. dengan kata lain mikrokontroler adalah versi mini atau mikro dari sebuah komputer karena mikrokontroler sudah mengandung beberapa periferal yang langsung bisa di mamfaatkan, misalnya port paralel, port serial, komparator, konversi digital ke analog (DAC) konversi analog ke digital dan sebagainya hannya menggunakan sistem minimum yang tidak rumit atau kompleks.

Secara teknis ada 2 jenis mikro yaitu RISC dan CISC dan masing masing mempunyai keturunan/ keluarga sendiri-sendiri.

1. RISC kependekan dari *Reduced instruction set computer* :
instruksi terbatas tetapi mempuyai fasilitas yang lebih banyak
2. CISC kependekan dari *complex instruction set computer* :
instruksi boleh dibilang lebih lengkap tapi fasilitas secukupnya.

a. Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 adalah sebuah papan mikrokontroler berbasis Atmega 2560 (*datasheet*). Mempunyai 54 pin digital

input/output (dimana 14 pin dapat digunakan sebagai keluaran PWM), 16 pin input analog, 2 UARTs (*Hardware serial ports*), sebuah *crystal oscillator* 16 MHz, sebuah penghubung USB, sebuah colokan listrik, ICSP *header*, dan tombol kembali. Setiap isi dari Arduino Mega 2560 membutuhkan dukungan mikrokontroler, koneksi mudah antara Arduino mega 2560 ke komputer dengan sebuah kabel USB atau daya dengan AC ke DC adaptor atau baterai untuk memulai. Arduino mega cocok sebagai rancangan pelindung untuk Arduino *Deumilanove* atau *Diecimila*.



Gambar 6. Arduino Mega 2560
(Sumber : www.arduino.cc)

b. Arsitektur Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 memiliki prosessor yang dikenal dengan Mikrokontroler ATmega 2560. Mikrokontroler ATmega 2560 ada beberapa fitur/spesifikasi yang menjadikannya sebagai solusi

pengendali yang efektif untuk berbagai keperluan. Fitur-fitur tersebut antara lain :

1. Tegangan Operasi sebesar 5 V.
2. Tegangan input sebesar 7 – 12 V.
3. Pin digital I/O sebanyak 54 pin dimana 14 pin merupakan keluaran dari PWM.
4. Pin input analog sebanyak 16 pin
5. Arus DC pin I/O sebesar 40 mA sedangkan Arus DC untuk pin 3.3V sebesar 50 mA
6. *Flash memory* 156 Kb yang mana 8 Kb digunakan oleh bootloader.
7. SRAM 8 Kbyte
8. EEPROM 4 Kbyte
9. Serta mempunyai 2 Port UARTs untuk komunikasi serial.



Gambar 7. Atmega 2560
(Sumber: www.quora.com)

c. Konfigurasi Pin Arduino Mega

1. VCC adalah tegangan catu digital
2. GND adalah *Ground*
3. Port A (PA7.PA0)

Port A adalah sebuah port I/O 8 bit dua arah dengan *internal pull-up resistor* (dipilih untuk masing-masing bit). Penyangga output Port A memiliki karakter penggerak karakteristik dengan kedua sink tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai input, pin Port A eksternal *pulled low* sumber arus jika resistor pull-up aktif. Pin port A dinyatakan tri ketika sebuah kondisi reset menjadi aktif, bahkan jika waktu tidak berjalan. Port A juga menyajikan fungsi dari berbagai fitur spesial dari Atmega640/1280/1281/2560/2561.

4. Port B (PB.PB0)

Port B adalah sebuah port I/O 8 bit dua arah dengan *internal pull-up resistor* (dipilih untuk masing-masing bit). Penyangga output Port B memiliki karakter penggerak karakteristik dengan kedua sink tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai input, pin Port A eksternal *pulled low* sumber arus jika resistor pull-up aktif. Pin port A dinyatakan tri ketika sebuah kondisi reset menjadi aktif, bahkan jika waktu tidak berjalan. Port B mempunyai kemampuan bergerak lebih baik daripada port lainnya.

5. Port C (PC7.PC0)

Port C adalah sebuah port I/O 8 bit dua arah dengan *internal pull-up resistor* (dipilih untuk masing-masing bit). Penyangga output Port C memiliki karakter penggerak karakteristik dengan kedua sink tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai input, pin Port C eksternal *pulled low* sumber arus jika resistor pull-up aktif. Pin port C dinyatakan tri ketika sebuah kondisi reset menjadi aktif, bahkan jika waktu tidak berjalan.

6. Port D (PD7.PD0)Port D adalah sebuah port I/O 8 bit dua arah dengan *internal pull-up resistor* (dipilih untuk masing-masing bit). Penyangga output Port D memiliki karakter penggerak karakteristik dengan kedua sink tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai input, pin Port D eksternal *pulled low* sumber arus jika resistor *pull-up* aktif. Pin port D dinyatakan tri ketika sebuah kondisi reset menjadi aktif, bahkan jika waktu tidak berjalan.

7. Port E (PE7.PE0)

Port E adalah sebuah port I/O 8 bit dua arah dengan *internal pull-up resistor* (dipilih untuk masing-masing bit). Penyangga output Port E memiliki karakter penggerak karakteristik dengan kedua sink tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai input, pin Port E eksternal *pulled low* sumber arus jika *resistor pull-up* aktif. Pin port E dinyatakan tri ketika sebuah kondisi reset menjadi aktif, bahkan jika waktu tidak berjalan.

8. Port F (PF7.PF0)

Port F disajikan sebagai masukan analog ke *A/D converter*.

Port F juga menyajikan sebuah port I/O 8 bit dua arah, jika *A/D Converter* tidak digunakan. Pin port dapat menyediakan *internal pull-up resistor* (dipilih untuk masing-masing bit). Penyangga output Port F memiliki karakter penggerak karakteristik dengan kedua sink tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai input, pin Port F *eksternal pulled low* sumber arus jika resistor pull-up aktif. Pin port F dinyatakan tri ketika sebuah kondisi reset menjadi aktif, bahkan jika waktu tidak berjalan. Jika antar muka JTAG mengizinkan, *pull-up resistor* pada pin PF7(TDI), PF5(TMS), dan PF4(TCK) akan iaktifkan bahkan jika terjadi reset.Port F juga menyajikan fungsi dari antarmuka JTAG.

9. Port G (PG7. PG0)

Port G adalah sebuah port I/O 6 bit dua arah dengan *internal pull-up resistor* (dipilih untuk masing-masing bit). Penyangga output Port G memiliki karakter penggerak karakteristik dengan kedua sink tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai input, pin Port G *eksternal pulled low* sumber arus jika resistor *pull-up* aktif. Pin port G dinyatakan tri ketika sebuah kondisi reset menjadi aktif, bahkan jika waktu tidak berjalan.

10. Port H (PH7.PH0)

Port H adalah sebuah port I/O 8 bit dua arah dengan *internal pull-up resistor* (dipilih untuk masing-masing bit). Penyangga output Port H memiliki karakter penggerak karakteristik dengan kedua sink tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai input, pin Port H eksternal *pulled low* sumber arus jika *resistor pull-up* aktif. Pin port H dinyatakan tri ketika sebuah kondisi reset menjadi aktif, bahkan jika waktu tidak berjalan.

11. Port J (PJ7.PJ0)

Port J adalah sebuah port I/O 8 bit dua arah dengan *internal pull-up resistor* (dipilih untuk masing-masing bit). Penyangga output Port J memiliki karakter penggerak karakteristik dengan kedua sink tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai input, pin Port J eksternal *pulled low* sumber arus jika *resistor pull-up* aktif. Pin port J dinyatakan tri ketika sebuah kondisi reset menjadi aktif, bahkan jika waktu tidak berjalan.

12. Port K (PK7.PK0)

Port K disajikan sebagai masukan analog ke *A/D converter*.

Port K adalah sebuah port I/O 8 bit dua arah dengan *internal pull-up resistor* (dipilih untuk masing-masing bit). Penyangga output Port K memiliki karakter penggerak karakteristik dengan kedua sink tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai input, pin Port K eksternal *pulled low* sumber arus jika *resistor pull-up*

aktif. Pin port K dinyatakan tri ketika sebuah kondisi reset menjadi aktif, bahkan jika waktu tidak berjalan.

13. Port L (PL7.PL0)

Port L adalah sebuah port I/O 8 bit dua arah dengan *internal pull-up resistor* (dipilih untuk masing-masing bit). Penyangga output Port L memiliki karakter penggerak karakteristik dengan kedua sink tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai input, pin Port L eksternal *pulled low* sumber arus jika *resistor pull-up* aktif. Pin port L dinyatakan tri ketika sebuah kondisi reset menjadi aktif, bahkan jika waktu tidak berjalan.

14. Reset

Input reset. Sebuah level rendah pada pin ini untuk lebih panjang dari pada panjang minimum pulsa akan menghasilkan sebuah reset, bahkan jika waktu tidak berjalan. Panjang minimum pulsa dijelaskan pada “Sistem dan karakter reset” pada halaman 360. Pulsa terpendek tidak dijamin menghasilkan sebuah reset .

15. XTAL1

Input ke *inverting amplifier oscillator* dan input ke internal jalur operasi waktu.

16. XTAL2

Keluaran dari *inverting oscillator amplifier*

17. AVCC

AVCC merupakan pin tegangan catu untuk port F dan A/D Converter. AVCC dapat terhubung secara eksternal ke VCC, bahkan jika ADC tidak digunakan jika ADC digunakan, ADC akan terhubung ke VCC melalui sebuah *low pass filter*.

18. AREF

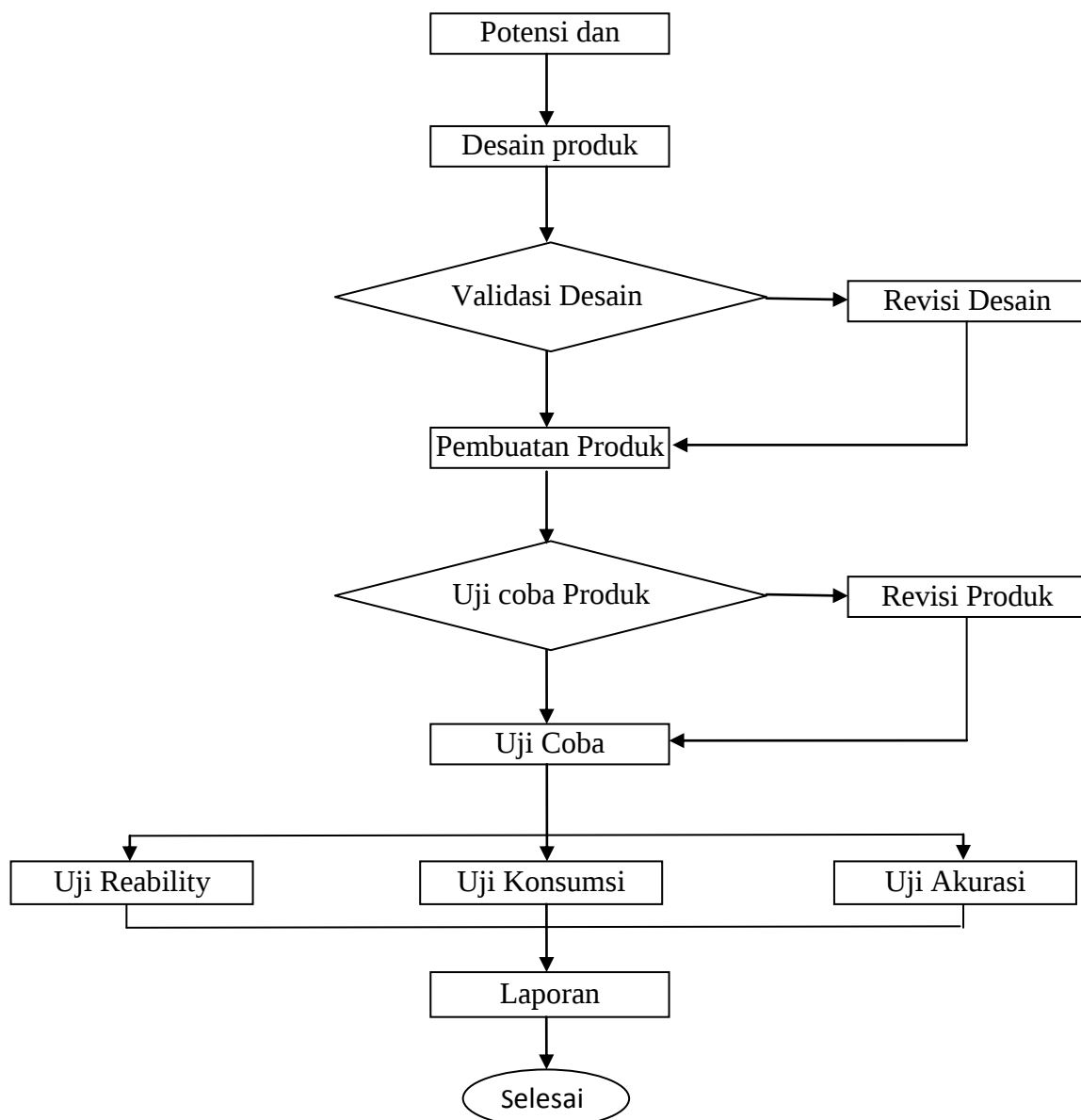
AREF adalah pin referensi analog untuk A/D Converter (Atmel Corporation.2014).

B. Penelitian yang Relevan

Aji Pranoto dan Adi Purwanto (2014) dalam penelitiannya dengan judul Analisa Kerusakan dan model perawatan injektor pada sistem injeksi bahan bakar elektronik. Berdasarkan penelitiannya, Bahwa salah satu Perawatan Sistem Injeksi Bensin adalah Pengujian dan Pembersihan Injektor , faktor faktor yang menjadi penyebab kerusakan injektor pada mobil *elektronik fuel injection* (EFI) adalah Tersumbat 7.0%, Abrasi (Terkikis) 4.2%, Bocor 3.5%, Selenoid 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.

C. Kerangka Berfikir

Kerangka berfikir dalam penelitian ini digunakan untuk memudahkan untuk menjelaskan teoritis tentang konsep pembuatan Alat Uji Injektor berbasis Mikrokontroler sampai dengan Pengujian alat tersebut , Kerangka berfikir dalam penelitian ini dapat di lihat pada gambar. 2



Gambar 8. Kerangka Berfikir

D. Pertanyaan penelitian

Adapun Pertanyaan Penelitian dalam Penelitian ini adalah

1. Bagaimana Merancang dan membuat sebuah alat uji injektor yang tepat dengan menggunakan Mikrokontroler ?
2. Bagaimana penggunaan Alat Uji Injektor berbasis Mikrokontroler ini pada Injektor Mobil bahan bakar bensin ?

BAB V

PENUTUP

Pada bagian terdahulu telah dibahas secara luas yang berkaitan dengan analisis terhadap data penelitian dan pembahasannya. Pada bab ini akan dikemukakan tentang kesimpulan dari hasil penelitian dan saran.

A. Kesimpulan

1. Perancangan alat uji injektor berbasis mikrokontroler ini sudah mengalami beberapa revisi desain seperti perangkat kerasnya dan perangkat lunaknya atau program dari mikrokontrolernya
2. Berdasarkan hasil data yang diambil menggunakan kamera pada saat melihat bentuk sudut penyemprotan yang dihasilkan pada alat uji injektor berbasis mikrokontroler dan Model 271021, dapat disimpulkan bentuk sudut penyemprotan pada kedua alat yakni alat uji injektor berbasis mikrokontroler dan Model 271021 sama dan tidak ada memiliki perbedaan melainkan sudut semprotan melewati limit sudut dari sudut injektor menyemprot dengan baik.
3. Berdasarkan data hasil pengukuran pada volume penginjeksian memakai alat uji injektor berbasis mikrokontroler dan Model 271021 digambarkan dalam bentuk tabel dan grafik maka dapat disimpulkan adanya perbedaan dalam volume penyemprotan pada alat uji injektor berbasis mikrokontroler
4. Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil pengukuran dan digambarkan dalam bentuk tabel dan grafik maka dapat disimpulkan alat uji injektor berbasis mikrokontroler dalam hal bentuk keseragaman penyemprotan

5. pada injektor hampir mendekati standar dari kerja alat Uji injektor Model 271021.

Berdasarkan poin-poin diatas dapat disimpulkan bahwa alat uji injektor berbasis mikrokontroler mampu melayani pembersihan injektor, pengetesan sudut penyemprotan, volume penyemprotan, dan keseragaman penyemprotan sehingga dapat dijadikan alat uji injektor dan pembersihan injektor.

B. Saran

Berdasarkan hasil-hasil penelitian yang telah didapatkan dalam penelitian ini pada dasarnya masih terdapat kekurangan, dikarenakan hal itu peneliti menyarankan hal-hal berikut :

1. Untuk peneliti selanjutnya, pengembangan dari alat ini diharapkan supaya bisa dibuat dalam bentuk lebih kecil
2. Untuk peneliti selanjutnya, pengembangan dari alat ini diharapkan bisa di kendalikan melalui android, dan pembacaan hasil pengukuran menggunakan sensor volume.

DAFTAR PUSTAKA

- Atmel. 2003. *Microcontroller with 16k bytes In-System Programmable Flash Atmega16, & Atmega 16L*. Atmel Corporation.
- Albi, Ahmad. 2016. “Pengembangan Viskometer Rotasi *Concentric Cylinder* sebagai Alat Uji Viskositas Oli Pelumas Kendaraan Bermotor Berbasis Mikrokontroler Atmega 16.” *Skripsi*. Universitas Negeri Padang.
- Sudijono, Anas. (2003). *Pengantar Statistik Pendidikan*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada
- Azmi. 2010. *Solid works alat bantu merancang komponen dengan mudah*, Bandung: Modula.
- Dasar, Elektronika. 2012. “Pengertian-dan-kelebihan-mikrokontroler”
<http://elektronika-dasar.web.id>, diakses pada 20 Oktober 2017.
- Gaikindo. 2015. “Grafik Produksi dan penjualan Mobil 2003-2015”. diakses pada
www.gaikindo.or.id, 10 Oktober 2017.
- Hidayat, Rahmat. 2016. “Perawatan Injektor Pada Sistem *Elektronic Fuel Injection* Bahan Bakar Mobil Avanza di Agung Toyota Muara Bungo.” *Laporan Praktek Industri*. Universitas Negeri Padang.
- Ivana, Reza Taufik. 2014. “Perancangan Instalasi Alat Test Penyemprotan Injektor Mobil Toyota Avanza 1.3 G (1300 cc) Engine Tipe k3_VE dengan kapasitas 40 liter/Jam.” *Jurnal Teknologi & Industri*. (Nomor 1 Tahun 2014) Hlm. 34--41.
- Nusa, Putra. 2011. *Research & Development*. Jakarta : Raja Grafindo Persada
- Putra, Eko. 2010. *Belajar Mikrokontroler AT89C51/52/55*. Yogyakarta: Gava Media
- Pranoto, Aji dan Purwanto, Adi. 2014. “Analisa Kerusakan dan Model Perawatan injektor Pada Sistem Injeksi Bahan Bakar Elektronik.” *Jurnal Teknologi* (Nomor 2 Tahun 2014) Hlm. 175--180.