



**SIMULATOR
POLA INJEKSI SISTEM BAHAN BAKAR EFI**

PROYEK AKHIR

**Diajukan Kepada Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Guna Memperoleh Gelar Ahli Madya Teknik**



Oleh :

AZHAR ZULFI

NIM. 14509134033

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK OTOMOTIF
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

2017

PERSETUJUAN

Proyek akhir yang berjudul “**Simulator Pola Injeksi Sistem Bahan Bakar EFI**”
ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diujikan.

Yogyakarta, 28 Februari 2018

Dosen Pembimbing,

Dr. Zainal Arifin, M.T.

NIP. 19690312 200112 1 001

HALAMAN PENGESAHAN

**PROYEK AKHIR
SIMULATOR POLA INJEKSI SISTEM BAHAN BAKAR EFI**

AZHAR ZULFI
NIM. 14509134033

**Telah Dipertahankan Di Depan Penguji Proyek Akhir
Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
Tanggal 2017**

SUSUNAN DEWAN PENGUJI

NAMA LENGKAP	JABATAN	TANDA TANGAN	TANGGAL
1. Dr. Zainal Arifin, M.T.	: Ketua Ppenguji
2. Muhkamad Wakid, S.Pd.,M.Eng.	: Sekretaris Penguji
3. Lilik Chaerul Yuswono, M.Pd.	: Penguji Utama

Yogyakarta, April 2018
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Negeri Yogyakarta

Dr. Widarto, M.Pd.
NIP.19631230 198812 1 001

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam proyek akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya atau gelar lainnya di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, Februari 2018

Yang menyatakan,

Azhar Zulfi

NIM. 14509134033

MOTTO

Be always positive thinking

PERSEMBAHAN

Tugas proyek akhir ini saya persembahkan untuk kedua orang tua saya yang tercinta dan almamater Universitas Negeri Yogyakarta

SIMULATOR POLA INJEKSI SISTEM BAHAN BAKAR EFI

Oleh :

AzharZulfi

14509134033

ABSTRAK

Tujuan dibuatnya proyek akhir yang berjudul simulator pola injeksi sistem bahan bakar EFI yaitu: agar peserta didik mampu mesimulasikan Simulator Pola Injeksi Sistem Bahan Bakar EFI

Simulator pola injeksi sistem bahan bakar EFI dibuat karena simulator yang ada tidak bisa digunakan sebagai sarana praktikum. Dalam membuat simulator pola injeksi dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu: pembuatan desain *lay out* papan panel, pembuatan desain rangka dan pemilihan bahan sistem bahan bakar yang akan digunakan. Kemudian pemesananpapan panel, pembuatan rangka, pengecatan rangka dan perakitan komponen. Simulator yang telah selesai dibuat kemudian dilakukan pengujian, yang terdiri dari uji fungsional berupa pengujian komponendan pengujian kerja sistem.

Hasil pengujian kinerja Simulator Pola Injeksi Sistem Bahan Bakar EFI diketahui bahwa : (1) Simulator Pola Injeksi Sistem Bahan Bakar EFI bekerja dengan baik, (2) Setiap bagian komponen Simulator Pola Injeksi Sistem Bahan Bakar EFI dapat bekerja dengan baik. Bekerja dengan baik artinya komponen maupun system dapat bekerja sesuai dengan kondisi sesungguhnya.

Kata Kunci : Pembuatan Simulator Pola Injeksi Sistem Bahan Bakar EFI.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Proyek Akhir dengan judul “Simulator Pola Injeksi Sistem Bahan Bakar EFI”.

Penulis menyadari bahwa tanpa adanya bantuan dari beberapa pihak, penulis tidak dapat menyelesaikan laporan ini dengan baik. Kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua Orang Tua penulis yang telah memberikan dorongan semangat baik moril maupun materil.
2. Bapak Dr. Zainal Arifin, M.T. selaku Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif Universitas Negeri Yogyakarta dan sebagai pembimbing dalam penyusunan laporan.
3. Bapak Moch. Solikin, M.Kes. selaku Ketua Program Studi D3 Teknik Otomotif Universitas Negeri Yogyakarta.
4. Anshar Jillyani, S.E. yang tidak henti – hentinya memotivasi dan selalu hadir untuk selalu membantu dalam pengerjaan laporan proyek akhir ini.
5. Teman – teman kost yaitu mas Imam, Mas Cuplis, mas Didik, mas Ipul, Khafid, Iwan dan Niam.
6. Serta teman-teman kelas B Teknik Otomotif D3 2014 yang banyak membantu dalam berbagai hal.
7. Serta semua pihak yang turut membantu dalam penulisan laporan proyek akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun. Semoga laporan ini bermanfaat bagi penulis khususnya dan pembaca pada umumnya.

Yogyakarta, 28 Februari 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
SAMPUL	i
PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
 BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Batasan Masalah.....	4
D. Rumusan Masalah	4
E. Tujuan	4
F. Manfaat	5
G. Keaslian Gagasan	5
 BAB II. PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH	
A. Simulator.....	7
B. Sistem Bahan Bakar	11
C. Komponen Sistem Bahan Bakar EFI	18

BAB III. KONSEP RANCANGAN

A. Analisa Kebutuhan	24
B. Konsep Desain	25
C. Rencana Kebutuhan Bahan	27
D. Rencana Kebutuhan Alat.....	28
E. Pembuatan Simulator	29
F. Rencana Pengujian	32
G. Rencana Anggaran	36
H. Rencana Jadwal Kegiatan	36

BAB IV. PROSES, HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Proses Pembuatan	38
B. Hasil Pembuatan Simulator.....	45
C. Proses Pengujian Fungsi Simulator.....	46
D. Pembahasan.....	52

BAB V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	58
B. Keterbatasan Simulator	59
C. Saran.....	59

DAFTAR PUSTAKA 61

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Tabel 1. Komponen Sistem Bahan Bakar EFI	27
2. Tabel 2. Kebutuhan Rangka.....	28
3. Tabel 3. Pengadaan Alat	28
4. Tabel 4. Rancangan Pemeriksaan Tahanan Injektor	33
5. Tabel 5. Rancangan Pemeriksaan Kebocoran Injektor	33
6. Tabel 6. Rancangan Pemeriksaan Volume Injektor	34
7. Tabel 7. Rancangan Pemeriksaan Tahanan <i>throttle position sensor</i> ...	34
8. Tabel 8. Rancangan Pemeriksaan Perubahan Tahanan <i>throttle position sensor</i>	35
9. Tabel 9. Rancangan Pemeriksaan Tahanan <i>Fuel Pump</i>	35
10. Tabel 10. Pemeriksaan Kontinuitas Komponen.....	35
11. Tabel 11. Rencana Anggaran Biaya.....	36
12. Tabel 12. Rencana Jadwal Kegiatan	37
13. Tabel 13. Pemotongan Kebutuhan Bahan.....	40
14. Tabel 14. Hasil Pemeriksaan Tahanan Injektor..	47
15. Tabel 15. Hasil Pemeriksaan Volume Injeksi.....	48
16. Tabel 16. Pemeriksaan Kebocoran Injektor	49
17. Tabel 17. Hasil Pemeriksaan perubahan tahanan <i>throttle position sensor</i>	49
18. Tabel 18. Hasil Pemeriksaan Tahanan <i>Throttle Position Sensor</i>	50
19. Tabel 19. Hasil Pemeriksaan Tahanan <i>Fuel Pump</i>	50
20. Tabel 20. Hasil Pemeriksaan Kontinuitas Komponen	51

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Gambar 1. <i>Throttle Body Injection</i> (TBI)	12
2. Gambar 2. <i>Multi Point Injection</i> (MPI)	13
3. Gambar 3. <i>Gasoline Direct Injection</i> (GDI)	13
4. Gambar 4. Sistem Injeksi <i>K - Jetronic</i>	14
5. Gambar 5. EFI <i>D-Jetronic</i> dan <i>L-Jetronic</i>	15
6. Gambar 6. Tata Letak Komponen Sistem Bahan Bakar EFI	17
7. Gambar 7. Tangki Bahan Bakar	18
8. Gambar 8. <i>External Pump Type</i>	19
9. Gambar 9. <i>Internal Tank Type</i>	20
10. Gambar 10. Saringan Bahan Bakar	20
11. Gambar 11. Pipa Deliveri	21
12. Gambar 12. Regulator Tekanan	21
13. Gambar 13. Injektor	22
14. Gambar 14. Desain Rancangan Rangka	25
15. Gambar 15. Desain Rancangan Papan Panel Simulator	26
16. Gambar 16. Desain Rangka Simulator yang Disetujui	39
17. Gambar 17. Desain Papan Panel yang Disetujui	39
18. Gambar 18. Proses Pemotongan Besi <i>Hollow</i>	41
19. Gambar 19. Proses Perakitan Rangka	41
20. Gambar 20. Proses Pengecatan Rangka	42
21. Gambar 21. Hasil Akhir Pembuatan Simulator	45
22. Gambar 22. Pemeriksaan Tahanan Injektor	47
23. Gambar 23. Pemeriksaan Volume Injeksi	48
24. Gambar 24. Pemeriksaan Kebocoran injektor	49
25. Gambar 25. Pemeriksaan Tahanan Fuel Pump	51

26. Gambar 26. Pemeriksaan Kontinuitas <i>fuse</i>	51
27. Gambar 27. Pemeriksaan kontinuitas <i>relay</i>	52
28. Gambar 28. Pemeriksaan kontinuitas kunci kontak.....	52

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Lampiran 1. Kartu Bimbingan	62
2. Lampiran 2. Desain Papan Panel	63
3. Lampiran 3. Desain Rangka.....	64
4. Lampiran 4. <i>Flowchart Program</i>	65
5. Lampiran 5. <i>Wiring Diagram</i> Pola Tunggal	66
6. Lampiran 6. <i>Wiring Diagram</i> Pola Ganda	67
7. Lampiran 7. <i>Wiring Diagram</i> Pola Simultan	68
8. Lampiran 8. Bukti Selesai Revisi.....	69

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pendidikan adalah bagian dari kehidupan yang perlu diperhatikan. Pendidikan adalah proses dimana individu ataupun kelompok, melalui lembaga-lembaga pendidikan (sekolah, perguruan tinggi atau lembaga-lembaga lain), yang bertujuan mengubah tata laku dan sikap melalui upaya pengajaran dan pelatihan dari generasi sebelumnya ke generasi selanjutnya.

Proses dalam pendidikan tidak terlepas dari adanya suatu proses pembelajaran, yaitu proses suatu individu ataupun kelompok menjadi belajar yang menggunakan suatu media ataupun perantara lainnya. Berdasarkan dari pengertian tersebut maka diperlukannya suatu media atau hal semacamnya agar informasi ataupun pesan yang diberikan dapat tersampaikan oleh individu ataupun kelompok.

Kesalah pahaman dalam penyampaian materi sering terjadi dalam suatu proses kegiatan pembelajaran khususnya pada saat menjelaskan suatu sistem tanpa menggunakan sistem aslinya. Sehingga dapat menimbulkan adanya perbedaan pandangan antara pengajar dan peserta didik. Perbedaan pandangan ini dapat muncul oleh keterbatasan media pembelajaran pada suatu proses pembelajaran.

Keberhasilan dalam suatu proses pembelajaran dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain kapasitas pengajar, peserta didik, metode

pembelajaran yang digunakan, sarana dan prasarana pendidikan yang mendukung. Sarana pendidikan adalah segala sesuatu yang dapat digunakan guna mendukung suatu proses pembelajaran, diantaranya adalah media pembelajaran. Media pembelajaran adalah suatu alat yang digunakan untuk menyampaikan pesan atau maksud pengajar ke peserta didik dalam proses penyampaian informasi atau pesan.

Untuk menempuh mata kuliah proyek akhir, mahasiswa melakukan observasi mengenai fasilitas media pembelajaran yang ada di jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta. Berdasarkan observasi yang dilakukan di bengkel kelistrikan otomotif tersebut terdapat 2 media pembelajaran yaitu media pembelajaran pola penginjeksian tipe simultan dan media pembelajaran³ jenis pola penginjeksian sistem bahan bakar EFI. Dari hasil observasi itulah mahasiswa melihat salah satu dari media pembelajaran yang ada yaitu media pembelajaran sistem pola penginjeksian sistem bahan bakar EFI dengan kondisi yang tidak layak digunakan, dengan kondisi tangki bahan bakar yang retak, *acrylic* yang sudah mengelupas, beberapa komponen seperti injektor yang tidak ada, *timer* yang dibiarkan terbuka, dan komponen lainnya yang sudah rusak dan tidak terawat.

Oleh karena itu mahasiswa akan menyusun dan membuat Proyek Akhir dengan judul Pembuatan Simulator Pola Injeksi Sistem Bahan Bakar EFI. Sehingga dengan adanya pembuatan simulator tersebut diharapkan dapat digunakan sebagai simulator di bengkel Kelistrikan

Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta dan dengan pembuatan Simulator Pola Injeksi Sistem Bahan Bakar EFI yang sudah diperbaharui dan dibuat lebih sederhana, dapat meningkatkan pemahaman mahasiswa tentang pola injeksi pada sistem bahan bakar EFI.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan di atas maka dapat diidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut :

1. Media pembelajaran yang ada di bengkel kelistrikan Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta khususnya media pembelajaran Pola Penginjeksian Sistem Bahan Bakar EFI tidak terawat dan tidak dapat digunakan lagi sebagai media untuk mengajar dengan kondisi *acrylic* yang mengelupas dan rangka yang sudah berkarat maka dari itu diperlukan pembaharuan terhadap *acrylic* dan rangka.
2. Media pembelajaran yang ada di bengkel kelistrikan Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta khususnya media pembelajaran Pola Penginjeksian Sistem Bahan Bakar EFI banyak komponen pada media yang hilang dan tidak berfungsi. Oleh karena itu perlu dilakukan pembaharuan terhadap Media Pembelajaran tersebut.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan indentifikasi masalah di atas, banyak masalah yang terdapat pada pembuatan Media Pembelajaran Pola Penginjeksian sistem bahan bakar EFI dilakukan pembuatan ulang seperti penempatan komponen, pembaharuan dan melengkapi terhadap komponen yang rusak dan hilang serta pengecekan kerja dari komponen sistem kelistrikan *engine*. Melihat banyaknya permasalahan yang ada dengan adanya keterbatasan kemampuan, pengetahuan, biaya dan waktu pengerjaan maka diambil satu permasalahan yaitu Pembuatan Simulator Pola Injeksi Sistem Bahan Bakar EFI. Pembuatan mencakup perancangan rangka, perancangan penempatan komponen pada papan *acrylic* serta pengecekan komponen sistem kelistrikan *engine*.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah yang telah dipaparkan diatas maka dapat dirumuskan beberapa masalah yang akan dipecahkan, diantaranya :

1. Bagaimana membuat Simulator Pola Injeksi Sistem Bahan Bakar EFI sesuai dengan rancangan?
2. Bagaimana kinerja Simulator Pola Injeksi Sistem Bahan Bakar EFI?

E. Tujuan

Tujuan dari pembuatan ini adalah :

1. Membuat Simulator Pola Injeksi Sistem Bahan Bakar EFI sesuai dengan rancangan.

2. Mengetahui hasil kinerja Simulator Pola Injeksi Sistem Bahan Bakar EFI.

F. Manfaat

Manfaat dari pembuatan Simulator Pola Injeksi Sistem Bahan Bakar EFI adalah sebagai berikut :

1. Simulator Pola Injeksi Sistem Bahan Bakar EFI dapat digunakan sebagai sarana mensimulasikan benda nyata di bengkel Kelistrikan Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
2. Simulator Pola Injeksi Sistem Bahan Bakar EFI dapat digunakan dengan aman, nyaman dan meningkatkan pemahaman tentang sistem kelistrikan *engine* di bengkel kelistrikan Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.

G. Keaslian Gagasan

Gagasan dari proyek akhir ini merupakan hasil dari observasi di bengkel kelistrikan Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta. Pemikiran ini berawal dari pentingnya kebutuhan mahasiswa dalam penggunaan simulator. Oleh karena itu mahasiswa bermaksud untuk mengangkat proyek akhir yang berjudul Pembuatan Simulator Pola Injeksi Sistem Bahan Bakar EFI sebagai penunjang proses pemahaman tentang kelistrikan *engine* di bengkel kelistrikan Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif Fakultas Teknik

Universitas Negeri Yogyakarta. Sehingga dapat dipergunakan dalam melakukan praktik sistem kelistrikan *engine*.

BAB II

PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH

Dalam pembuatan proyek akhir berupa Simulator Pola Injeksi Sistem Bahan Bakar EFI terdapat beberapa permasalahan sehingga diperlukan pendekatan pemecahan masalah dalam memecahkan masalah yang terdapat di dalam rangkaian proses pembuatan proyek akhir berupa pembuatan Simulator Pola Injeksi Sistem Bahan Bakar EFI. Dengan adanya simulator ini diharapkan proses pemahaman terkait kelistrikan *engine* yang berada dibengkel Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta dapat tercapai. Berikut ini akan dibahas tinjauan tentang teori dan konsep yang mendasari dalam proses pembuatan Simulator Pola Injeksi Sistem Bahan Bakar EFI.

A. Simulator

1. Definisi Simulator

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) **simulator**/*si-mu-la-tor/n* adalah program yang berfungsi untuk menyimulasikan suatu peralatan, tetapi kerjanya agak lambat daripada keadaan yang sebenarnya; alat untuk melakukan simulasi; alat yang dapat menyimulasikan.

Simulator dalam Depdiknas (2005: 1068) adalah program yang berfungsi untuk menyimpulkan suatu peralatan, tetapi kerjanya agak lambat daripada keadaan yang sebenarnya. Simulator juga dapat diartikan sebagai simulasi atau objek fisik-benda nyata. Simulasi dalam Depdiknas (2005: 1068) adalah

metode pelatihan yang meragakan sesuatu dalam bentuk tiruan yang mirip dengan keadaan sesungguhnya. Bambang Sridadi (2009: 65) mengemukakan bahwa simulasi adalah proses implementasi model menjadi program komputer (*software*) atau rangkaian elektronik dan mengeksekusi *software* tersebut sedemikian rupa sehingga perilakunya menirukan atau menyerupai sistem nyata (realitas) tertentu untuk tujuan mempelajari perilaku (*behaviour*) sistem, pelatihan (*training*), atau permainan yang melibatkan sistem nyata (realitas). Arief S. Sadiman (2010: 76-77) berpendapat tentang simulasi yang merupakan suatu model hasil penyederhanaan suatu realitas. Selain harus mencerminkan situasi yang sebenarnya, simulasi harus bersifat operasional, artinya simulasi menggambarkan proses yang sedang berlangsung. Simulasi dapat bersifat fisik (misalnya simulasi ruangan pengemudi pesawat terbang), verbal (misalnya simulasi untuk pelajaran membaca permulaan), ataupun matematis (untuk mengajarkan sistem ekonomi). Anderson (1987: 181) berpendapat tentang pengaruh objek fisik atau benda nyata digunakan dalam pendidikan akan memberikan rangsangan yang amat penting bagi siswa dalam mempelajari tugas yang menyangkut keterampilan psikomotorik.

Berdasarkan pendapat di atas dapat disimpulkan simulator merupakan suatu alat atau media tambahan mirip dengan aslinya, yang kegunaannya dalam pendidikan adalah membantu seorang pendidik dalam menyampaikan suatu pengetahuan kepada peserta didik baik dijadikan materi maupun replika penggunaan suatu alat yang skalanya lebih besar.

2. Kelebihan dan Keterbatasan Memakai Benda Sebenarnya untuk Pengajaran

a. Kelebihan :

- 1) Dapat memberikan kesempatan semaksimal mungkin pada siswa untuk melaksanakan tugas – tugas nyata, atau tugas – tugas simulasi, mengurangi transfer belajar.
- 2) Dapat memperlihatkan seluruh atau sebagian besar rangsangan yang relevan dari lingkungan kerja, dengan biaya sedikit.
- 3) Memberi kesempatan siswa untuk mengalami dan mengasah keterampilan manipulatif mereka menggunakan indera peraba.
- 4) Memudahkan pengukuran penampilan siswa, bila ketangkasan fisik atau keterampilan koordinasi diperlukan dalam pekerjaan.

b. Keterbatasan :

- 1) Seringkali dapat menimbulkan bahaya bagi siswa atau orang lain dalam lingkungan kerja.
- 2) Mahal, karena karena biaya yang diperlukan untuk peralatan tidak sedikit, dan ada kemungkinan rusaknya alat yang digunakan,
- 3) Tidak selalu dapat memberikan semua gambaran dari objek yang sebenarnya, seperti pembesaran, pemotongan, dan gambar bagian demi bagian, sehingga pengajaran harus didukung oleh media lain.
- 4) Seringkali sulit mendapatkan tenaga ahli untuk menangani latihan kerja; mengambil tenaga ahli dari pekerjaannya untuk melatih yang lain, dapat menurunkan produktivitasnya.

- 5) Sulit untuk mengontrol hasil belajar, karena mungkin konflik – konflik yang mungkin terjadi dengan pekerjaan, atau dengan lingkungan kelas.

Dari uraian diatas terkait simulator guna untuk mencapai hasil yang optimum dari proses pembelajaran di Bengkel Kelistrikan Pendidikan Otomotif Fakultas Teknik maka akan dibuat Simulator Pola Injeksi Sistem Bahan Bakar EFI yang mengaplikasikan model rangka dengan bahan besi balok ukuran 25 x 25 mm dan terpampang komponen – komponen dari pola injeksi sistem bahan bakar EFI mengikuti standar yang telah ditentukan dari pihak Prodi D3 Teknik Otomotif. Hal ini bertujuan agar terdapat keseragaman antar simulator yang lainnya. Tujuan yang lain yaitu bertujuan agar memudahkan dalam aspek perawatan dan penyimpanan media pembelajaran. Adapun tempat menempatkan komponen – komponen dari Sistem Bahan Bakar EFI adalah menggunakan *acrylic*.

Acrylic adalah fiber dengan warna bening atau transparan yang menyerupai kaca dengan tebal yang bervariasi dan tingkat kelenturan yang sangat baik dibandingkan dengan kaca juga mempunyai karakteristik bahan yang ringan. Bahan *acrylic* ini juga mempunyai sifat isolator yang berarti penghantar listrik yang buruk. Dengan karakteristik bahan media pembelajaran berupa *acrylic* yang sudah disebutkan bahwa *acrylic* mempunyai karakteristik tingkat kelenturan yang lebih baik dari pada kaca dan dalam aspek berat bahan *acrylic* mempunyai karakteristik bahan yang ringan juga *acrylic* yang mempunyai sifat isolator sehingga dengan

karakteristik tersebut menjadikan *acrylic* sebagai bahan penopang komponen – komponen sistem bahan bakar EFI.

B. Sistem Bahan Bakar

Sumber pencemaran udara lebih dari 75% akibat kendaraan bermotor, memperhatikan hal tersebut maka produsen kendaraan berlomba menciptakan kendaraan rendah emisi dan ekonomis dalam pemakaian bahan bakar. Aplikasi teknologi injeksi bahan bakar pada motor bensin merupakan salah satu upaya menciptakan kendaraan yang rendah emisi dan ekonomis, sehingga hampir semua kendaraan bensin mengaplikasikan teknologi ini, bahkan sampai saat ini diaplikasikan pada sepeda motor.

1. Fungsi Sistem Bahan Bakar

Sistem bahan bakar memiliki peran penting didalam kendaraan, beberapa fungsi sistem bahan bakar antara lain :

- a. Mengabutkan bahan bakar
- b. Mencampur bahan bakar dan udara pada komposisi yang tepat sesuai dengan kondisi kerja mesin.
- c. Mengontrol jumlah campuran yang masuk kedalam silinder untuk mengontrol tenaga mesin.

2. Macam Sistem Bahan Bakar

Untuk menjalankan fungsi sistem bahan bakar saat ini terdapat 2 macam sistem bahan bakar motor bensin, yaitu :

- a. Sistem karburator
- b. Sistem injeksi bahan bakar

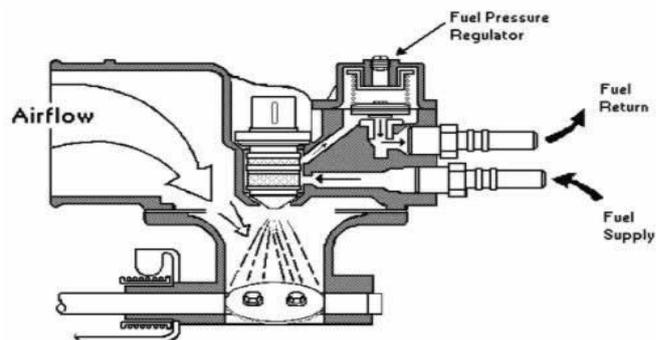
3. Klasifikasi Sistem Bahan Bakar

Pada kendaraan baru kebanyakan menggunakan sistem injeksi bahan bakar, sehingga sistem karburator sudah jarang digunakan. Sistem bahan bakar sendiri dapat diklasifikasikan menjadi :

a. Berdasarkan Lokasi Injektor

1) *Throttle Body Injection* (TBI)

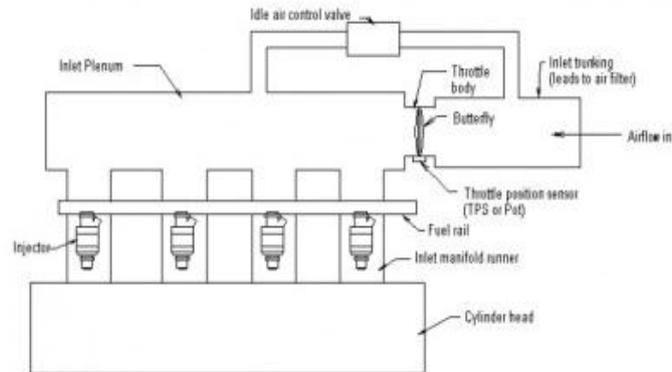
Ada tipe ini injektor berada di *throttle body* atau *venture* dengan jumlah satu buah injektor. Sistem ini disebut pula *mono injection*. Sistem injeksi tipe ini merupakan konsep awal aplikasi sistem injeksi pada motor bensin (Moch. Solikin : 2005).



Gambar 1. *Throttle Body Injection* (TBI)

2) *Multi Point Injection* (MPI)

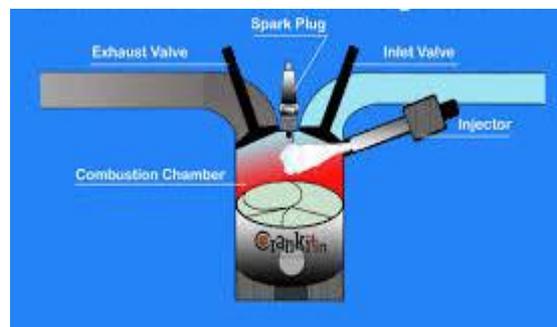
Pada tipe ini injektor dipasang pada *manifold* mengarah ke katup masuk, jumlah injektor sejumlah silinder. Pada saat ini hampir semua sistem injeksi menggunakan konsep *multi point injection* (MPI) (Moch. Solikin : 2005).



Gambar 2. *Multi Point Injection (MPI)*

3) *Gasoline Direct Injection (GDI)*

Pada tipe ini injektor dipasang di kepala silinder, injektor menyemburkan ke ruang bakar, banyak injektor sejumlah silinder. Sistem ini merupakan pengembangan Mitsubishi motor yang diterapkan pada mobil Mitsubishi Carisma (Moch. Solikin : 2005).



Gambar 3. *Gasoline Direct Injection (GDI)*

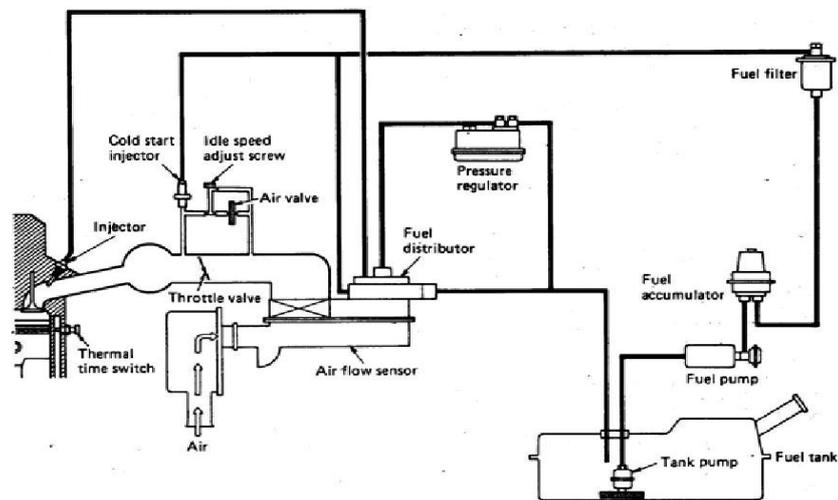
b. Berdasarkan Sistem Kontrolnya

1) Kontrol Mekanik

Sistem injeksi bahan bakar motor tipe *K Jetronic* merupakan sistem injeksi kontrol mekanik. Pada sistem ini injektor menyemburkan bahan bakar secara terus – menerus dalam setiap saluran masuk

silinder motor. Pengontrolan jumlah bahan bakar ke saluran masuk ditakar oleh plunyer pengontrol (*control plunger*) yang terletak di distributor bahan bakar dan pengontrolan udara dilakukan oleh *air flow sensor*.

Sistem injeksi *K Jetronic* digunakan pada beberapa kendaraan Eropa tahun 1980-an, contoh : Mercedes Benz serie 280 E dan 300 E tahun 80-an.



Gambar 4. Sistem Injeksi K-Jetronic

2) Kontrol Elektronik (*Electronic Fuel Injection (EFI)*)

Sistem injeksi motor bensin dengan kontrol elektronik pada saat ini paling banyak digunakan oleh mobil buatan Jepang seperti Suzuki, Toyota, Honda, mobil buatan Eropa seperti Audi, Peugeot, Volvo, mobil buatan Amerika seperti Ford, GM, serta mobil buatan Korea seperti KIS, Hyundai, Daewoo (Moch. Solikin : 2005).

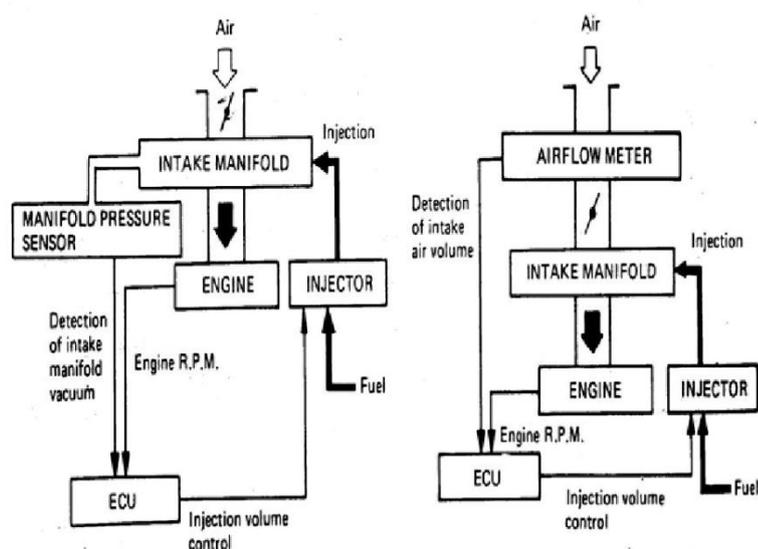
Sistem injeksi control elektronik / EFI secara umum dikelompokkan menjadi 2, yaitu :

a) *L Jetronic*

Kode L berasal dari bahasa Jerman “*Luft*” yang berarti udara. Pada EFI *L Jetronic*, control injeksi dilakukan secara elektronik oleh *Electronic Control Unit* (ECU) berdasarkan jumlah udara yang masuk. Sensor untuk mengukur jumlah udara yang masuk kedalam silinder adalah *Air Flow Meter*.

b) *D Jetronic*

Kode D berasal dari bahasa Jerman “*Druck*” yang berarti tekanan. Pada EFI *D Jetronic*, control injeksi dilakukan secara elektronik yang dikontrol oleh *Electronic Control Unit* (ECU) berdasarkan jumlah udara yang masuk. Sensor untuk mengukur jumlah udara yang masuk kedalam silinder adalah *Manifold Absolute Pressure Sensor (MAP Sensor)*



Gambar 5. EFI D-Jetronic dan L-Jetronic

4. Kelebihan *Electronic Fuel Injection* (EFI)

Sistem EFI banyak digunakan pada kendaraan saat ini, karena sistem EFI mempunyai kelebihan dibandingkan dengan karburator, beberapa kelebihan sistem EFI dibandingkan dengan karburator antara lain:

- a. Pengabutan bahan bakar lebih baik yang menghasilkan homogenitas campuran lebih baik
- b. Komposisi campuran sesuai dengan putaran dan beban mesin
- c. Pembakaran lebih sempurna sehingga bahan bakar lebih hemat, tenaga mesin lebih besar, emisi gas buang lebih rendah.

5. Pengelompokkan Sistem *Electronic Fuel Injection* (EFI)

Sistem EFI sendiri dikelompokkan menjadi 3, yaitu :

a. Sistem bahan bakar (*Fuel System*)

Sistem bahan bakar berfungsi untuk mensuplay bahan bakar tekanan tinggi sehingga siap untuk diinjeksikan.

b. Sistem induksi (*Air Induction System*)

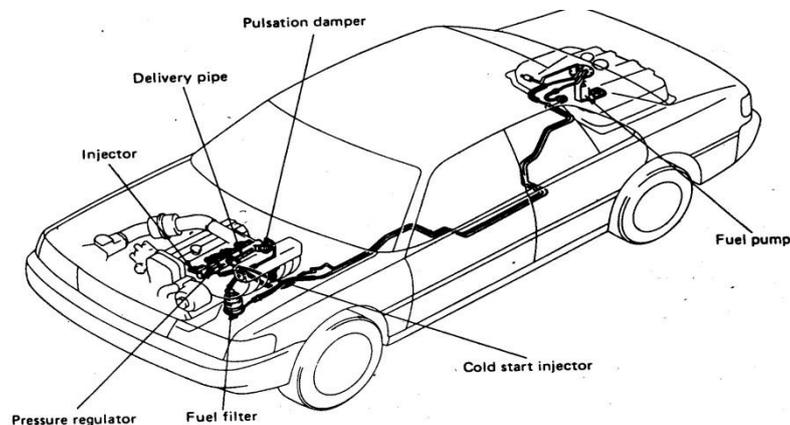
Sistem induksi berfungsi untuk mengontrol jumlah udara yang masuk kedalam silinder.

c. Sistem kontrol elektronik (*Electronic Control System*)

Sistem control elektronik berfungsi untuk mengontrol jumlah bahan bakar yang diinjeksikan ke dalam silinder berdasarkan dari masukan sensor yang ada.

6. Prinsip Kerja Sistem Bahan Bakar

Prinsip kerja sistem bahan bakar yaitu saat mesin dihidupkan (*start*) maka pompa bahan bakar (*fuel pump*) bekerja mehisap bahan bakar dari tangki bahan bakar (*fuel tank*) dan menekan ke pipa deliveri (*delivery 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 bahan bakar melalui saluran pengembali (*return pipe*). Injektor dihubungkan ke pipa deliveri sehingga saat jarum injektor membuka maka injektor akan mengabutkan bahan bakar kearah katup hisap dan masuk kedalam silinder.

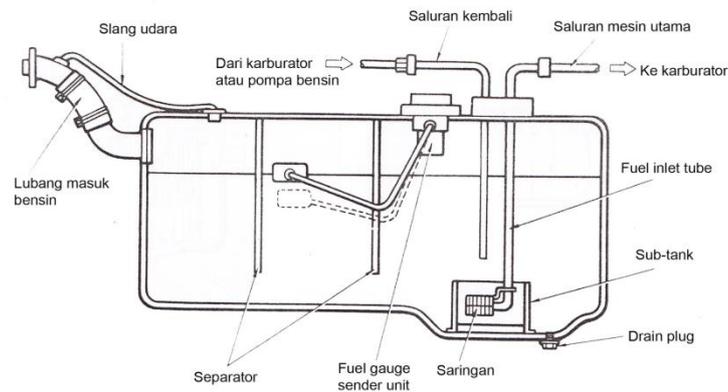


Gambar 6. Tata letak komponen sistem bahan bakar EFI

C. Komponen Sistem Bahan Bakar EFI

1. Tangki Bahan Bakar

Tangki bahan bakar berfungsi sebagai penampung bahan bakar, kapasitas tangki bahan bakar bermacam – macam sesuai dengan jenis kendaraannya.



Gambar 7. Tangki Bahan Bakar

2. Pompa Bahan Bakar (*fuel pump*)

Pompa bahan bakar berfungsi untuk menghisap bahan bakar dan menekannya ke pipa deliveri. Pompa bahan bakar yang digunakan pada sistem EFI adalah pompa listrik tekanan tinggi tipe motor (gerak putar), berbeda dengan pompa listrik pada sistem karburator merupakan pompa listrik gerak bolak – balik.

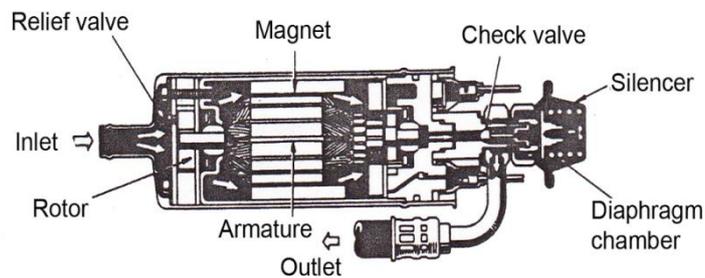
Pompa bahan bakar pada sistem bahan bakar EFI mempunyai 2 macam yaitu :

a. *External Tank Type (In Line Type)*

Pompa jenis ini diletakkan diluar tangki bahan bakar konstruksi pompa terdiri dari 5 bagian yaitu :

- 1) Motor listrik
- 2) Pompa menggunakan *roller*
- 3) Pengaman yaitu *check valve* dan *relief valve*
- 4) Saringan
- 5) *Silencer* untuk meredam suara bising dari pompa saat bekerja.

Pada saat ini pompa jenis ini sudah jarang digunakan.

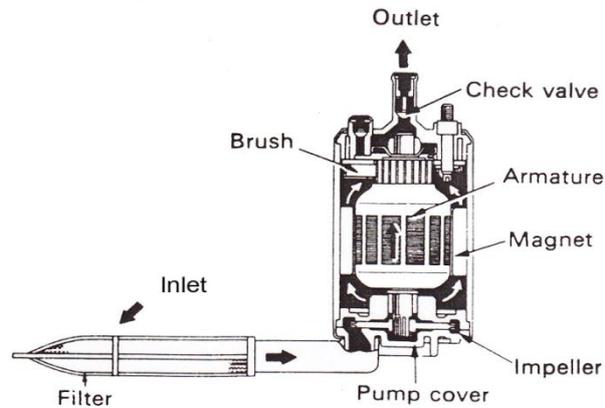


Gambar 8. *External Pump Type*

b. *Internal Tank Type (Impeller Type)*

Pompa jenis ini diletakkan didalam tangki bahan bakar, sehingga pompa terendam bahan bakar. Kelebihan tipe ini antara lain pendinginan lebih baik karena pompa terendam bahan bakar. Peluang pompa tidak berfungsi akibat saluran hisap bocor lebih kecil. Kontruksi pompa ini terdiri dari 4 bagian yaitu :

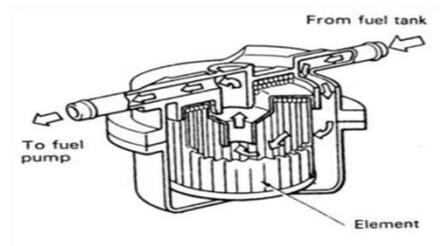
- 1) Motor listrik
- 2) Pompa turbin
- 3) Pengaman yaitu *check valve* dan *relief valve*
- 4) Saringan.



Gambar 9. *Internal Tank Type*

3. Saringan Bahan Bakar (*Fuel Filter*)

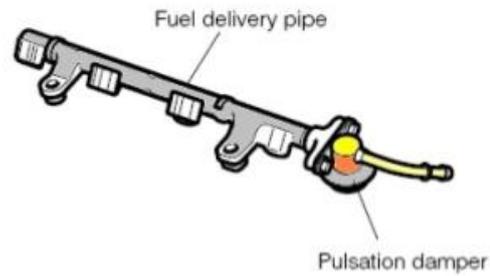
Saringan bahan bakar berfungsi untuk menyaring kotoran pada bensin agar tidak menyumbat injektor. Saringan bahan bakar dipasang setelah pompa bahan bakar. Penggantian saringan bahan bakar setiap 40.000 km. Saat pemasangan yang harus diperhatikan adalah tanda pemasangan.



Gambar 10. Saringan Bahan Bakar

4. Pipa Deliveri (*Delivery Pipe*)

Pipa deliveri merupakan pipa yang berhubungan dengan injektor, berfungsi sebagai penampung bahan bakar tekanan tinggi bagi injektor. Pada bagian pipa yang berhubungan dengan injektor sering terjadi kebocoran yang mengakibatkan mesin boros, kebocoran disebabkan oleh mengerasnya *seal* injektor dan pemasangan yang miring.

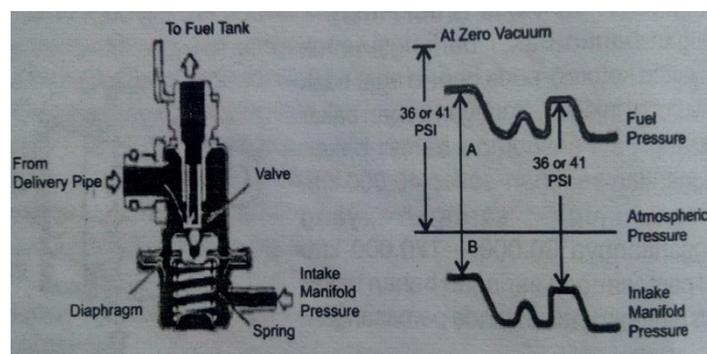


Gambar 11. Pipa Deliveri

5. Regulator Tekanan (*Pressure Regulator*)

Regulator tekanan berfungsi untuk mengatur tekanan bahan bakar pada pipa deliveri agar tekanan tetap stabil. Besar tekanan bahan bakar diatur sebesar $2,3 - 2,6 \text{ kg/cm}^2$. Bila tekanan melebihi batas yang telah ditentukan maka katup akan membuka dan bahan bakar akan dialirkan ke tangki bahan bakar.

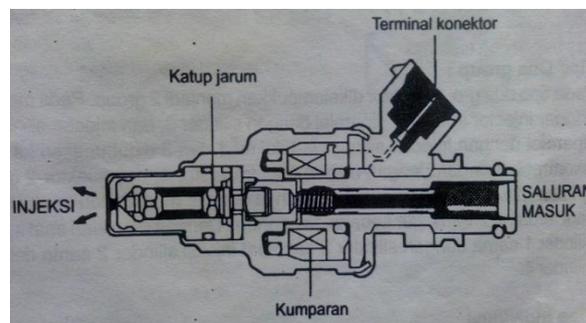
Karena injeksi bahan bakar ke manifold maka perbedaan tekanan yang harus dijaga stabil adalah perbedaan tekanan antar bahan bakar pada pipa deliveri dengan tekanan manifold, oleh karena itu pada regulator ruang diafragma dihubungkan dengan tekanan manifold.



Gambar 12. Regulator tekanan

6. Injektor

Injektor berfungsi untuk menginjeksikan bahan bakar ke arah katup hisap, bahan bakar keluar dari injektor dalam bentuk kabut. Jumlah bahan bakar yang diinjeksikan tergantung dari tekanan bahan bakar, besar lubang injektor dan lama injektor membuka. Pembukaan injektor dilakukan secara elektromagnetik, yaitu dengan mengirimkan aliran listrik pada lilitan injektor, saat listrik mengalir ke lilitan maka lilitan menjadi magnet, dan magnet menarik katup jarum pada injektor, lubang injektor terbuka dan injektor menginjeksikan bahan bakar. Pengaturan kapan dan lama listrik dialirkan ke injektor dilakukan oleh *Electronic Control Unit* (ECU) berdasarkan kondisi kerja mesin dari masukan sensor – sensor yang ada.



Gambar 13. Injektor

Penginjeksian bahan bakar memiliki beberapa pola injeksi, yaitu :

a. Tipe Simultan

Pada tipe simultan semua injektor dirangkai paralel ke ECU, saat ECU memberikan signal maka semua injektor menginjeksikan bahan bakar.

b. Tipe Dua Grup

Pada tipe dua grup injektor dikelompokkan terjadi 2 grup. Pada mesin 4 silinder injektor silinder 1 diparalel dengan injektor 3 sedangkan injektor 2 diparalel dengan injektor 4. Injektor 1 dan 3 dihubungkan ke #10 dikontrol hubungan dengan massa oleh transistor 1, dan injektor 2 dan 4 dihubungkan #20 dikontrol hubungannya dengan massa transistor 2. Jadi terdapat dua transistor sebagai pengontrol. Dengan demikian saat injeksi silinder 1 dengan silinder 3 dan saat injeksi silinder 2 sama dengan silinder 4.

c. Tipe Individual

Setiap injektor dikontrol secara individu, sehingga saat injeksi tiap injektor dapat diatur tepat pada saat langkah hisap, sehingga kabutan bahan bakar dapat langsung masuk kedalam silinder dan tidak perlu menunggu katup hisap terbuka, hla ini memungkinkan homogenitas campuran terjadi lebih baik.

BAB III

KONSEP RANCANGAN

A. Analisa Kebutuhan

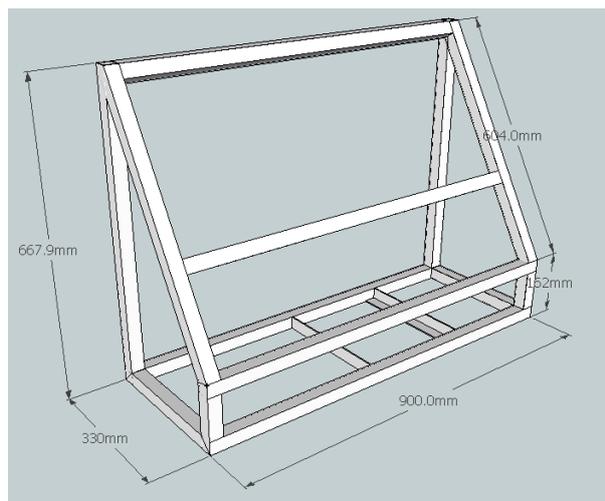
Dalam pembuatan Simulator Pola Injeksi Sistem Bahan Bakar EFI memerlukan persiapan mendesain rangka, mendesain penempatan komponen pada *acrylic*, pemilihan alat, pemilihan bahan, pengadaan, pembuatan simulator dan rencana pengujian. Kebutuhan sistem kelistrikan *engine* ini berhubungan dengan ergonomi yang menyesuaikan dengan kebutuhan dan proporsi tubuh seseorang atau pengguna simulator tersebut sehingga simulator dapat digunakan dengan nyaman. Maka dari itu untuk menentukan bentuk dari simulator tersebut, bahan yang akan digunakan, tinggi serta lebar dari simulator agar tercapai keseragaman antar simulator lainnya yang akan dibuat, diperlukan alat dan komponen yang tepat serta dapat bekerja sesuai dengan fungsinya.

Ada pun yang termasuk dalam bagian-bagian dari sistem bahan bakar EFI yaitu tangki bahan bakar, pompa bahan bakar (*fuel pump*), saringan bahan bakar (*fuel filter*), pipa deliveri (*delivery pipe*), regulator tekanan (*Pressure Regulator*) dan injektor. Kegiatan dari pembuatan Simulator Pola Injeksi Sistem Bahan Bakar EFI yaitu untuk mempermudah dalam memahami sistem kelistrikan *engine*. Untuk membuat sistem tersebut dapat terlihat dengan baik maka dibuatlah Simulator Pola Injeksi Sistem Bahan Bakar EFI.

B. Konsep Desain

1. Desain Rangka Dudukan Komponen

Dalam rancangan pembuatan kerangka simulator hal yang paling utama kita lakukan adalah menggambar sebuah *design* atau sketsa bentuk kerangka media yang kita inginkan. Adapun luasan bidang media yang diperlukan adalah dengan ukuran panjang 900mm dan tinggi 605mm sesuai dengan standar yang telah disepakati dari pihak Prodi D3 Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta, selain itu menyesuaikan tinggi rata – rata dan aspek ergonomis. Pada proses penempatan komponen dibidang luasan media, jarak antara komponen dan komponen lainnya tidak terlihat sempit. Hal ini dapat memudahkan siswa untuk melihat bagian-bagian komponen dengan jelas saat melakukan praktek. Berikut ini desain rangka yang akan di gunakan untuk membuat simulator tersebut.

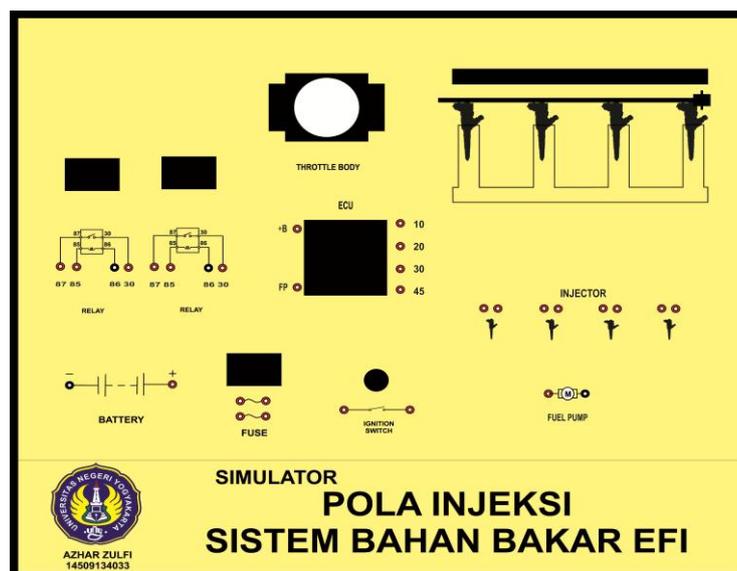


Gambar 14. Desain Rancangan Rangka

2. Desain Papan Panel Pada *Acrylic*

Sebelum melakukan penempatan komponen hal yang harus diperhatikan adalah membuat desain dari letak-letak komponen dengan menggunakan aplikasi *corel draw* di komputer atau laptop. Desain penempatan komponen meliputi tata letak komponen, desain simbol-simbol pada aplikasi sistem bahan bakar EFI, dan ukuran papan (*acrylic*) peletakan komponen.

Setelah proses mendesain penempatan komponen selesai maka hasil desain tadi masih harus di masukan ke jasa *cutting* dan *printing acrylic* untuk mencetak simbol-simbol yang ada pada papan peletakan komponen (*acrylic*), proses jasa *cutting* dan *printing* harus menunggu antrian cetak yang biasanya memakan waktu selama 2 hari. Adapun desain letak dari penempatan komponen dapat dilihat dari gambar di bawah ini.



Gambar 15. Desain Rancangan Papan Panel Pada *Acrylic*

Desain rancangan yang dibuat dimaksudkan agar dalam pembuatan simulator nantinya mempermudah dalam memasang komponen pada papan *acrylic*. Selain itu, desain yang sudah dibuat juga mempunyai tujuan agar mudah dipelajari baik oleh pendidik dan anak didik dalam memahami pola injeksi sistem bahan bakar EFI.

C. Rencana Kebutuhan Bahan

Untuk pembuatan Simulator Pola Injeksi Sistem Bahan Bakar EFI memerlukan komponen-komponen, bahan yang sesuai dengan spesifikasi sistem bahan bakar EFI yang akan digunakan sebagai simulator di bengkel kelistrikan bengkel otomotif Fakultas Teknik UNY. Komponen, alat dan bahan yang diperlukan untuk pembuatan simulator antara lain :

Tabel 1. Komponen Sistem Bahan Bakar EFI

No	Nama Komponen	Spesifikasi	Jumlah
1	Injektor	13,8 Ω , 40 – 50 cm ³ per 15 detik (volume injeksi)	4 unit
2	Throtlle Body	2,5 sampai 5,0 k Ω pada 25°C (25,00°C)	1 unit
3	ECU	-	1 unit
4	Tangki Bahan Bakar	20x15x15cm	1 unit
5	Pipa Deliveri	29 kg/cm ²	1 unit
6	Pompa Bahan Bakar	0,2 sampai 3,0 Ω	1 unit
7	Saringan Bahan Bakar	Penggantian tiap 20.000km	1 unit
8	Selang	Karet	1 m

Tabel 2. Kebutuhan Rangka

No	Nama Bahan	Spesifikasi	Jumlah
1	Besi hollow	25x25x2mm	10 m
2	Besi siku	30x30x2mm	1 m
3	Plat setrip	100x3mm	1 m
4	Cat hitam	Black	1 liter
5	Cat primer	Grey	1 liter
6	Tiner	Tipe A	1 liter

D. Rencana Kebutuhan Alat

Guna untuk mendukung pembuatan simulator berupa pembuatan simulator maka diperlukan pengadaan barang. Sehingga dalam pembuatan rangka simulator dapat maksimal. Berikut daftar pengadaan alat antara lain:

Tabel. 3 Pengadaan Alat

No	Nama pekerjaan	Alat
1	Bentuk gambar	Laptop
2	Pengukuran dan pemotongan besi	Gerinda, Meteran, Mistar Siku, Penanda, Gerinda Potong Besi
3	Perakitan rangka	Las Listrik, Kaca Mata las, mesin las, Mistar Siku, Tang, Palu
4	Penggerindaan rangka	Gerinda tangan, Bor Tangan, Sikat Baja
5	Finishing pengecatan rangka	<i>Spray Gun, Spray Booth, Kompresor</i>
6	Pemasangan komponen	Kunci Pas Ring (8, 10, 12, 14), Tang, Solder

E. Pembuatan Simulator

1. Bentuk Gambar

Sebelum pembuatan simulator pola injeksi sistem bahan bakar EFI, maka dibuatlah terlebih dahulu gambar dari simulator tersebut. Dalam pembuatan simulator ini maka terlebih dahulu menentukan ukuran-ukuran yang akan digunakan dalam pembuatan simulator pola injeksi sistem bahan bakar EFI. Gambar tersebut dimaksudkan untuk mendapatkan sudut pengamatan yang baik saat praktik. Bahan yang digunakan untuk membuat rangka tersebut menggunakan besi *hollow* 25 mm x 25 mm x 2 mm x 10 m sebanyak 1 buah.

2. Pengukuran dan Pemotongan Besi

Untuk pembuatan kerangka dengan ukuran yang telah disesuaikan dengan gambar dan kebutuhan tempat peletakan papan panel. Pengukuran bahan dilakukan sebelum memotong besi sesuai yang telah ditentukan. Ada beberapa alat yang digunakan pada proses pengukuran dan pemotongan, yaitu:

- a. Meteran
- b. Mistar siku
- c. Penanda
- d. Gerinda potong besi

3. Perakitan Rangka

Setelah semua bahan telah dipotong sesuai dengan ukuran yang ditentukan, maka langkah selanjutnya adalah perakitan bahan agar

berbentuk rangka yang dapat digunakan sebagai dudukan komponen - komponen dan dudukan papan panel. Dalam perakitan rangka menggunakan las busur listrik, karena las busur listrik lebih kuat dan lebih tahan lama. Perakitan rangka mengacu pada gambar yang telah dibuat sebelumnya agar mempermudah dalam mengerjakan media pembelajaran. Dalam perakitan rangka dapat dimulai dengan merakit rangka dari bagian samping sebanyak 2 buah, kemudian disambungkan dengan besi *hollow* pada bagian tengah untuk menghubungkan bagian samping – samping. Dalam pengerjaan perakitan rangka ini menggunakan beberapa peralatan yaitu:

- a. Las busur listrik
- b. Elektroda
- c. Kaca mata las
- d. Mistar siku
- e. Tang
- f. Palu

Pengerjaan perakitan rangka ini membutuhkan waktu yang cukup lama, karena memerlukan kehati - hatian dalam melakukan penyambungan dengan las busur listrik.

4. Penggerindaan Rangka

Setelah semua bahan rangka telah disambungkan dengan las busur listrik, maka langkah selanjutnya adalah menggerinda rangka dan merapikan permukaan rangka. Langkah penggerindaan ini bertujuan

agar permukaan yang dilas menghasilkan permukaan yang rata. Pada langkah merapikan rangka tersebut memerlukan beberapa alat yaitu:

- a. Sikat baja
- b. Gerinda tangan
- c. Mata gerinda

Langkah Penggerindaan ini memerlukan kehati – hatian pada rangka agar sesuai dengan bentuk yang dibutuhkan untuk pemasangan papan peraga, sehingga tidak terjadi perubahan ukuran.

5. *Finishing* Pengecatan Rangka

Pelapisan rangka bertujuan untuk menghindari terjadinya karat pada besi yang digunakan sebagai bahan pembuatan rangka simulator. Karat dapat menyebabkan korosi, sehingga dapat mengurangi umur dari besi yang digunakan sebagai rangka. Dalam pelapisan rangka, alat dan bahan yang dibutuhkan antara lain: amplas, kompresor, *spray gun*, *spray booth*, kompresor, tiner, cat primer dan cat warna hitam. Pengerjaan ini memerlukan waktu yang cukup lama, karena pengerjaannya bertahap dari membersihkan karat pada rangka menggunakan amplas. Setelah rangka bersih dari karat, kemudian bersihkan dan semprotkan cat dasar (primer) pada rangka. Langkah pengecatan ini memerlukan waktu yang cukup lama, karena harus menunggu cat mengering. Langkah terakhir menyemprotkan cat warna pada rangka.

6. Pemasangan Komponen

Perakitan komponen dilakukan setelah semua rangka dan papan panel selesai dibuat. Langkah-langkah yang dilakukan dalam membuat papan perakitan komponen adalah memasang terlebih dahulu papan panel pada kerangka yang sudah jadi, memasang semua komponen sistem bahan bakar EFI. Pengerjaan ini memerlukan beberapa alat dan bahan yaitu :

- a. Tang potong kabel
- b. kabel
- c. Isolasi kabel
- d. Gunting
- e. Kunci pas ring
- f. Bor
- g. Mata bor

Dalam perakitan komponen ini tidak diperlukan waktu yang lama karena hanya memasang komponen pada papan panel dan penyambungan kabel pada panel yang digunakan untuk pembuatan simulator tersebut.

F. Rencana Pengujian

Pembuatan simulator pola injeksi sistem bahan bakar EFI setelah jadi, harus melewati beberapa pengujian sebelum digunakan. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui kualitas alat sebelum digunakan.

Pengujian dilakukan di bengkel otomotif Universitas Negeri Yogyakarta oleh mahasiswa pembuat media pembelajaran. Uji fungsi pola injeksi sistem bahan bakar EFI dilakukan dengan pengamatan kerja dari pengukuran pada injektor, pengujian tersebut meliputi :

1. Pemeriksaan Injektor

a. Memeriksa Tahanan Injektor

Lepaskan konektor injektor bahan bakar F8, F9, F10 dan/atau F11.

Ukur tahanan antara terminal-terminal dari setiap konektor.

Tabel 4. Rancangan Pemeriksaan Tahanan Injektor

Hubungan Tester	Kondisi spesifikasi	Hasil
1 – 2	13,8 Ω	

Hubungkan kembali konektor injektor bahan bakar.

b. Memeriksa Kebocoran Injektor

Pemeriksaan kebocoran injektor menggunakan alat *injector cleaner and tester*. Pemeriksaan dilakukan bersamaan dengan pemeriksaan volume injeksi. Jika sudah berhenti menyemprotkan bahan bakar maka amatilah injektor yang terpasang pada alat.

Tabel 5. Rancangan Pemeriksaan Kebocoran Injektor

No	Komponen	Hasil	keterangan
1	Injektor 1		
2	Injektor 2		
3	Injektor 3		
4	Injektor 4		

c. Memeriksa Volume Injeksi

Pemeriksaan volume injeksi bahan bakar menggunakan alat *injector cleaner and tester*. Untuk volume standar tiap injektor 47 sampai 58 cm³ per 15 detik, dan perbedaan dari tiap injektor 11 cm³ atau kurang.

Tabel 6. Rancangan Pemeriksaan Volume Injektor

No	Nama Komponen	Volume injeksi		Keterangan
		Spesifikasi	Hasil	
1	Injektor 1	40 – 50 cm ³ per 15 detik		
2	Injektor 2	40 – 50 cm ³ per 15 detik		
3	Injektor 3	40 – 50 cm ³ per 15 detik		
4	Injektor 4	40 – 50 cm ³ per 15 detik		

2. Pemeriksaan Tahanan *Throttle Position Sensor*

Periksa tahanan menggunakan ohm meter atau multi meter, periksa antar terminal – terminalnya.

Tabel 7. Rancangan Pemeriksaan Tahanan *throttle position sensor*

Hubungan Tester	Kondisi spesifikasi	Hasil
1 (VC) - 2 (E2)	2,5 sampai 5,0 kΩ pada 25°C (25,00°C)	

Setelah itu periksa perubahan tahanan ketika throttle lever ditutup secara penuh.

Tabel 8. Rancangan Pemeriksaan Perubahan Tahanan *Throttle**Position Sensor*

Hubungan Tester	Kondisi spesifikasi	Hasil
3 (VTA) - 2 (E2)	0,3 sampai 5.8 k Ω (tertutup penuh)	
3 (VTA) - 2 (E2)	1,98 sampai 9,16 k Ω (terbuka penuh)	

3. Pemeriksaan Tahanan *Fuel Pump*

Periksa tahanan pompa bahan bakar menggunakan avo meter ataupun ohm meter.

Tabel 9. Rancangan Pemeriksaan Tahanan *Fuel Pump*

Hubungan Tester	Kondisi spesifikasi	Hasil
Tanpa thermistor: 3 – 4	0,2 sampai 3,0 Ω	
Dengan thermistor: 4 – 5	0,2 sampai 3,0 Ω	

4. Pemeriksaan Kontinuitas Komponen

Pemeriksaan kontinuitas komponen simulator antara lain kunci kontak, *fuse*, relay. Pemeriksaan menggunakan avo meter dengan memindahkan selektor ke tahanan (ohm).

Tabel 10. Rancangan Pemeriksaan Kontinuitas Komponen

No	Komponen	Spesifikasi	Hasil	keterangan
1	Kunci kontak	∞		
2	<i>Fuse</i>	∞		
3	Relay	∞		

G. Rencana Anggaran Biaya

Pembuatan simulator pola injeksi sistem bahan bakar EFI ini diperlukan perhitungan biaya yang akan dibutuhkan sebagai acuan dalam pembuatan simulator ini. Berikut rencana anggaran disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut :

Tabel 11. Rencana Anggaran Biaya

No	Nama barang	Banyaknya	Harga satuan	Jumlah
1	Besi hollow	2 batang	Rp. 70.000,-	Rp. 140.000,-
2	Besi setrip	1 batang	Rp. 10.000,-	Rp. 10.000,-
3	Besi siku	1 batang	Rp. 50.000,-	Rp. 50.000,-
4	Cat hitam	½ liter	Rp. 25.000,-	Rp. 25.000,-
5	Cat primer	½ liter	Rp. 20.000,-	Rp. 20.000,-
6	Tiner	½ liter	Rp. 10.000,-	Rp. 10.000,-
7	Isolasi	1 buah	Rp. 8.000,-	Rp. 8.000,-
8	Kabel	6 meter	Rp. 3.000,-	Rp. 18.000,-
9	Sekring	1 buah	Rp. 4.000,-	Rp. 4.000,-
10	Sekun	10 buah	Rp. 500,-	Rp. 5.000,-
11	Isolator	10 buah	Rp. 500,-	Rp. 5.000,-
12	Fitbox	1 buah	Rp. 1.500,-	Rp. 1.500,-
13	Acrylic	1 lembar	Rp. 165.000,-	Rp. 165.000,-
14	Jasa print	1 kali	Rp. 194.200,-	Rp. 194.200,-
15	Elektroda	1 pack	Rp. 60.000,-	Rp. 60.000,-
16	Mata gerinda potong	1 buah	Rp. 3.000,-	Rp. 3.000,-
17	Mata gerinda amplas	1 buah	Rp. 5.000,-	Rp. 5.000,-
18	Injektor	4 buah	Rp. 150.000,-	Rp. 600.000,-
19	ECU	1 unit	Rp. 2.000.000,-	Rp. 2.000.000,-
20	Regulator tekanan	1 unit	Rp. 500.000,-	Rp. 500.000,-
TOTAL				RP. 3.823.700,-

H. Rencana Jadwal Kegiatan

Rencana jadwal kegiatan pembuatan simulator pola injeksi sistem bahan bakar EFI dilaksanakan setiap hari senin sampai dengan jum'at pada pukul 09.00 WIB samapai pukul 15.00 WIB di bengkel Bodi Otomotif Universitas Negeri yogyakarta. Pengerjaan Simulator dikerjakan bersama

dengan media lain, dan dalam pengerjaannya dibentuk dalam kelompok untuk pengerjaan. Karena ada beberapa kelompok maka pekerjaan dibagi – bagi sesuai dengan kesepakatan yang telah dibuat. Berikut tabel rencana waktu pengerjaan :

Tabel 12. Rencana Jadwal Kegiatan

No	Nama kegiatan	Tahun 2018											
		Bulan ke-1				Bulan ke-2				Bulan ke-3			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Pengajuan Judul dan Proposal	■											
2	Pembuatan desain simulator		■										
3	Persiapan alat dan bahan			■									
4	Pengerjaan proyek akhir			■	■	■	■	■	■				
5	Evaluasi									■			
6	Penyusunan laporan				■	■	■	■	■	■	■	■	
7	Ujian proyek akhir												■

BAB IV

PROSES, HASIL DAN PEMBAHASAN

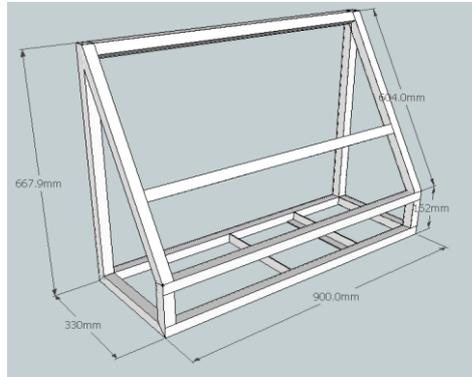
Proses dalam membuat Simulator Pola Injeksi Sistem Bahan Bakar EFI ini mencakup perancangan, persiapan komponen, pembuatan, pemasangan komponen dan pengujian kerja. Sistematisa proses-proses tersebut mengacu pada bab sebelumnya. Hasil produk merupakan barometer keberhasilan dalam pembuatan produk. Hal tersebut dapat dilihat dari kualitas fisik produk dan kinerja saat diuji. Berikut uraian proses, hasil dan pembahasan dari Proyek Akhir ini:

A. Proses Pembuatan

Berdasarkan rencana kerja pada bab III maka dalam proses pengerjaan proyek akhir ini dapat berjalan sesuai dengan rencana. Pengerjaan Simulator Pola Injeksi Sistem Bahan Bakar EFI ini dilakukan secara bertahap. Tahapan-tahapan dalam pembuatan simulator ini dapat diuraikan seperti di bawah ini :

1. Persiapan Pembuatan Desain Simulator

Proses awal dalam pembuatan Simulator Pola Injeksi Sistem Bahan Bakar EFI adalah dengan cara mendesain terlebih dahulu dalam bentuk gambar kerja. Dalam mendesain simulator sistem kelistrikan *engine* ini dilakukan dengan standar bentuk dan produk yang ditetapkan oleh Prodi D3 Teknik Otomotif Universitas Negeri Yogyakarta. Dari hasil desain yang telah diajukan kepada pihak Prodi dan mendapatkan persetujuan maka dihasilkan kesepakatan bentuk dari simulator sehingga pembuatan simulator dapat mulai dikerjakan.



Gambar 16. Desain Rangka Simulator yang disetujui



Gambar 17. Desain Papan Panel Simulator yang disetujui

2. Pemilihan Bahan dan Komponen Simulator

Dalam pemilihan bahan ini disesuaikan dengan kebutuhan dari bahan yang akan digunakan untuk membuat rangka dan komponen yang dibutuhkan untuk Simulator Pola Injeksi Sistem Bahan Bakar EFI. Selain itu pemilihan bahan disesuaikan dengan kebutuhan dari simulator ini, yang terdapat pada desain awal serta kebutuhan komponen dalam analisis kebutuhan.

3. Pembuatan Rangka Dudukan Komponen

Pembuatan rangka dudukan komponen pada Simulator Pola Injeksi Sistem Bahan Bakar EFI bertujuan sebagai tempat atau dudukan papan *acrylic* yang akan digunakan untuk meletakkan komponen-komponen pada sistem kelistrikan *engine*. Adapun proses pembuatan rangka simulator adalah sebagai berikut:

a. Pemotongan Rangka

Pemotongan rangka menjadi beberapa bagian agar memudahkan perakitan media yang diinginkan. Pemotongan batang komponen menggunakan gerinda potong. Berikut ini merupakan gambar pemotongan besi menggunakan gerinda potong.

Tabel 13. Pemotongan Kebutuhan Bahan

No	Jenis Besi	Ukuran	Jumlah Potongan
1	Besi <i>hollow</i> 25 mm x 25 mmx 2 mm x 10 m	605 mm	2
		600 mm	2
		330 mm	2
		160 mm	2
		850 mm	4
2	Plat besi 3 mm	850mm	1
3	Besisiku 30x30x2	850 mm	1
		280 mm	2



Gambar 18. Proses pemotongan besi hollow

b. Merakit Rangka

Dalam perakitan rangka Simulator Pola Injeksi Sistem Bahan Bakar EFI hal yang dilakukan adalah menyambung rangka yang telah dipotong sebelumnya agar menjadi sebuah rangka media yang diinginkan. Las yang digunakan untuk menyambung rangka rangka menggunakan las listrik. Berikut ini gambar pengerjaan proses perkitan komponen dengan menggunakan las listrik.



Gambar 19. Proses perakitan rangka

c. Proses Pembersihan Rangka

Setelah selesai di las, bagian besi yang disambungkan menggunakan las listrik dibersihkan dengan menggunakan sikat kawat. Jika ada bagian yang tidak rata atau menonjol dan dapat dihaluskan dengan menggunakan gerinda, sehingga bagian yang dilas menjadi rata. Berikut ini proses merapikan rangka menggunakan sikat kawat dan amplas gerinda.

d. Proses Akhir Pembuatan Rangka

Proses akhir adalah proses dimana pemberian warna pada rangka media yang dibuat. Pengecatan ini dilakukan agar rangka media yang dibuat tidak mudah berkarat dan mempunyai nilai estetika sehingga dapat menambah minat belajar mahasiswa. Berikut ini gambar proses *finishing* yang dilakukan



Gambar 20. Proses pengecatan rangka

4. Perakitan Komponen pada *Acrylic*

Setelah *acrylic* penempatan komponen sudah jadi kemudian dilakukan pemasangan pada rangka dudukan komponen, kemudian

merakit komponen Sistem Bahan Bakar EFI. Pemasangan komponen pada papan *acrylic* dilakukan dengan cara memasang komponen sesuai dengan tempat yang telah dibuat pada *acrylic*. Berikut ini hasil pemasangan komponen pada papan *acrylic* sebagai dudukan :

- a. Pemasangan *Timer*
- b. Pemasangan *Throttle Body*
- c. Pemasangan Injektor
- d. Pemasangan Selektor Pola Injeksi
- e. Pemasangan *fuse*
- f. Pemasangan relay
- g. Pemasangan kunci kontak

5. Proses Pengujian

Setelah semua komponen telah terpasang pada *acrylic* kemudian dilakukan pengujian pada simulator, pengujian yang dilakukan sebagai berikut :

- a. Pengujian Injektor
- b. Pengujian *Throttle Body*
- c. Pengujian *Fuel Pump*
- d. Pengujian relay
- e. Pengujian *fuse*
- f. Pengujian kunci kontak

6. Proses Pengembangan

Dari hasil semua proses yang telah dilakukan, proses terakhir adalah proses pengembangan. Proses pengembangan yang dimaksud adalah komponen yang telah diuji coba akan diganti ataupun diperbaiki. Hal ini dilakukan agar simulator yang telah dibuat agar dapat bekerja lebih baik. Setelah melakukan proses pengujian terdapat masalah antara lain :

a. *Timer*

Kerja dari timer tidak dapat maksimal dikarenakan hanya dapat membuat satu pola injeksi yaitu pola ganda, maka timer mendapatkan perbaikan dengan cara membuat program baru untuk timer. Hal ini dilakukan karena program yang ada pada timer sebelumnya tidak terdapat fungsi *reset*. Fungsi *reset* sendiri berfungsi untuk mengatur kerja timer untuk kembali seperti semula sehingga apabila terjadi masalah akan kembali ke program awal. Selain itu *timer* yang dimana kondisinya terbuka saat ini sudah diberi penutup atau wadah agar timer dapat terlindungi dari kotoran serta menghindari kontak fisik yang bisa mengakibatkan kerusakan pada komponen *timer*.

b. Tangki Bahan Bakar

Tangki bahan bakar sebelumnya dalam kondisi berwarna coklat pekat yang mengakibatkan tidak bisa terlihatnya bahan bakar yang ada didalamnya. Selain itu kondisi tangki bahan bakar retak pada bagian dinding yang mengakibatkan keluarnya bahan bakar. Kondisi tersebut mengakibatkan perlunya pembaharuan tangki bahan bakar agar

kekurangan yang ada pada tangki sebelumnya teratasi. Pembaharuan dilakukan dengan cara mengganti bahan dasar yang sebelumnya *acrylic* menjadi kaca dengan tebal 5mm.

B. Hasil Pembuatan Simulator

Setelah melalui beberapa tahap proses mulai dari pemilihan bahan, pemilihan obyek, pembuatan desain rangka, penentuan pemotongan, pemotongan obyek, penghalusan obyek, pengukuran dan pemotongan bahan, perakitan rangka, memberi lapisan pada rangka dan obyek, proses pengerjaan dan pemasangan komponen media. Maka jadilah Simulator Pola Injeksi Sistem Bahan Bakar EFI. Simulator ini terdiri dari 3 pola injeksi yaitu pola simultan, ganda dan *independent* (tunggal). Sistem ini akan berjalan apabila dialiri arus 12 volt dari baterai. Simulator terdiri dari saklar on off, saklar penyetel pola, relay, *fuse*, *timer* sebagai pengganti ECU, *throttle body*, injektor, *fuel pump* dan tangki bahan bakar.



Gambar 21. Hasil Akhir Pembuatan Simulator

C. Proses Pengujian Fungsi Simulator

Proses uji fungsi dilakukan untuk mengetahui kinerja dan kondisi dari simulator dengan melakukan perakitan sesuai wiring yang telah disediakan. Pemeriksaan komponen simulator pola injeksi sistem bahan bakar EFI. Setelah melakukan pengujian terhadap komponen tertentu selanjutnya adalah merangkai rangkaian listrik simulator. Hasil pengujian fungsi didapatkan bekerja dengan baik dan pada seluruh rangkaian tidak terjadi konsleting ataupun terbakarnya kabel pada rangkaian tersebut, sehingga rangkaian simulator ini dapat bekerja dengan baik.

Pengujian kinerja dari simulator ini menggunakan baterai sebagai sumber, amperemeter untuk mengukur arus, dan multimeter untuk mengukur tegangan maupun hambatan. Data hasil pengujian fungsi komponen dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

1. Pemeriksaan Tahanan Injektor

Pemeriksaan tahanan injektor menggunakan multimeter digital dengan cara memilih selektor ke ohm lalu hubungkan jarum multimeter ke terminal yang ada di injektor jika sudah baca hasil pengukuran. Hasil pemeriksaan tahanan injektor dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 14. Hasil Pemeriksaan Tahanan Injektor

No	Komponen	Spesifikasi	Hasil	Keterangan
1	Injektor 1	13,8 Ω	13,8 Ω	Berfungsi
2	Injektor 2	13,8 Ω	13,8 Ω	Berfungsi
3	Injektor 3	13,8 Ω	13,8 Ω	Berfungsi
4	Injektor 4	13,8 Ω	13,8 Ω	Berfungsi



Gambar 22. Pemeriksaan Tahanan Injektor

2. Pemeriksaan volume injeksi

Pemeriksaan volume injeksi dilakukan menggunakan *Injector Cleaner and tester*. Langkah pertama untuk memeriksa volume injeksi yaitu memasang injektor ke konektor alat. Jika sudah hubungkan kabel power ke sumber listrik dan tekan tombol on maka alat akan hidup. Lalu pilih *injection flow test* jika sudah tekan tombol *start*, alat akan bekerja selama 15 detik. Jika alat sudah berhenti maka amati berapa hasil yang didapatkan. Hasil pemeriksaan volume injeksi dapat dilihat pada table dibawah ini.

Table 15. Hasil pemeriksaan volume injeksi

No	Komponen	Spesifikasi	Hasil	Keterangan
1	Injektor 1	40 – 50 ml per 15 detik	15 ml	Rusak
2	Injektor 2	40 – 50 ml per 15 detik	25 ml	Rusak
3	Injektor 3	40 – 50 ml per 15 detik	15 ml	Rusak
4	Injektor 4	40 – 50 ml per 15 detik	18 ml	Rusak



Gambar 23. Hasil pemeriksaan volume injeksi

3. Pemeriksaan Kebocoran Injektor

Pemeriksaan kebocoran injektor dilakukan menggunakan *Injector Cleaner and tester*. Langkah ini dilakukan bersamaan dengan pemeriksaan volume injeksi. Jika injektor sudah berhenti menyemprotkan bahan bakar maka amati injektor dengan jeli apakah ada tetesan bahan bakar diujung injektor. Hasil pemeriksaan kebocoran injektor dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 16. Pemeriksaan Kebocoran Injektor

No	Komponen	Hasil	keterangan
1	Injektor 1	Menetes	Bocor
2	Injektor 2	Menetes	Bocor
3	Injektor 3	Tidak Menetes	Tidak bocor
4	Injektor 4	Menetes	bocor



Gambar 24. Pemeriksaan Kebocoran Injektor

4. Pemeriksaan perubahan *tahanan throttle position sensor*

Pemeriksaan dilakukan menggunakan alat multimeter dengan selektor mengarah ke ohm lalu hubungkan jarum multimeter diantara setiap terminal. Hasil pemeriksaan tahanan *throttle position sensor* dapat dilihat pada tabel dibawah ini

Table 17. Hasil pemeriksaan perubahan tahanan *throttle position sensor*

Hubungan Tester	Kondisispesifikasi	Hasil	Keterangan
3 (VTA) - 2 (E2)	0,3 sampai 5,8 k Ω (tertutupenuh)	4 k Ω	baik
3 (VTA) - 2 (E2)	1,98 sampai 9,16 k Ω (terbukapenuh)	6 k Ω	baik

5. Pemeriksaan tahanan posisi sensor *throttle*

Pemeriksaan dilakukan menggunakan alat multimeter dengan selektor mengarah ke ohm lalu hubungkan jarum multimeter diantara setiap terminal. Hasil pemeriksaan tahanan posisi sensor *throttle* dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Table 18. Hasil Pemeriksaan tahanan sensor *throttle*

Hubungan Tester	Kondisispesifikasi	Hasil	Keterangan
1 (VC) - 2 (E2)	2,5 sampai 5,0 k Ω pada 25°C	3 k Ω	baik

6. Pemeriksaan tahanan *fuel pump*

Pemeriksaan dilakukan menggunakan alat multimeter dengan selektor mengarah ke ohm lalu hubungkan jarum multimeter diantara setiap terminal. Hasil pemeriksaan tahanan posisi sensor *fuel pump* dapat dilihat pada tabel dibawah ini

Table 19. Hasil pemeriksanan tahanan *fuel pump*

Hubungan Tester	Kondisispesifikasi	Hasil	Keterangan
Tanpa thermistor: 3 - 4	0,2 sampai 3,0 Ω	5,6 Ω	Ganti



Gambar 25. Pemeriksaan Tahanan *Fuel Pump*

7. Pemeriksaan Kontinuitas Komponen

Pemeriksaan kontinuitas ini dilakukan terhadap komponen antara lain *fuse*, relay dan kunci kontak. Pemeriksaan ini menggunakan avo meter yang selektornya diatur di tahanan (ohm). Pemeriksaan ini dilakukan dengan cara menyatukan masing – masing jarum ke terminal yang ada di komponen tersebut. Hasil pemeriksaan dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 20. Hasil Pemeriksaan Kontinuitas Komponen

No	Komponen	Spesifikasi	Hasil	keterangan
1	Kunci kontak	$\infty \Omega$	$\infty \Omega$	Baik
2	<i>Fuse</i>	$\infty \Omega$	$\infty \Omega$	Baik
3	Relay	$\infty \Omega$	$\infty \Omega$	baik



Gambar 26. Pemeriksaan Kontinuitas *fuse*



Gambar 27. Pemeriksaan Kontiyuitas *relay*



Gambar 28. Pemeriksaan Kontinyuitas Kunci kontak

D. Pembahasan

Pembuatan simulator sistem pola injeksi sistem bahan bakar EFI, secara umum terbagi menjadi pembuatan desain rancangan rangka dan *layout* simulator, pembuatan rangka, pembuatan papan panel dan pengujian. Pembuatan Perencanaan pembentukan desain rangka dan *layout Simulator* merupakan tahap awal yang dituangkan dalam bentuk gambar. Pembentukan desain rangka maupun *layout* papan panel *Simulator* mengacu pada hasil konsultasi kepada dosen yang bersangkutan.

Perancangan desain rangka dan desain *layout* dibuat sesuai kebutuhan komponen-komponen yang akan terpasang. Proses pembuatan desain dan

layout Simulator dimulai dengan melakukan perancangan menggunakan aplikasi *Corel Draw*. Proses dimaksudkan agar pelaksanaan pengerjaan dapat dikerjakan dengan tepat dan didapatkan hasil yang serapi mungkin. Selanjutnya melakukan observasi harga bahan untuk mencari atau menemukan harga yang sesuai dengan kualitas yang sama. Adapun komponen-komponen lain yang dibutuhkan yaitu: *acrylic*, besi siku, besi *strip*/ plat dan cat.

Proses selanjutnya merupakan proses produksi baik produksi rangka maupun produksi papan panel. Produksi rangka *Simulator* dilakukan secara bertahap mulai dari Pengukuran bahan yang akan digunakan, pemotongan besi, pengelasan rangka, merapikan rangka hingga proses pengecatan rangka. Sedangkan pembuatan papan panel dengan menggunakan bahan *acrylic* bening dengan tebal 3mm. Ukuran *acrylic* disesuaikan dengan bentuk rangka yang akan dibuat papan panel yaitu dengan ukuran 76cm x 90cm. Desain rancangan *layout* kemudian dilakukan printing *acrylic* yang dilakukan dengan jasa pihak percetakan.

Setelah semua bahan sudah tersedia baik dari rangka, papan panel dan komponen-komponen *Simulator*. Langkah selanjutnya yaitu perakitan, perakitan dilakukan secara bertahap dari pemasangan papan panel ke rangka *Simulator* hingga komponen-komponen sistem bahan bakar EFI. Kemudian merangkai sambungan-sambungan kabel dari komponen dengan menggunakan solder, agar sambungan merekat kuat.

Untuk tahap terakhir yaitu proses pengujian, baik pengujian komponen, pengujian kerja sistem dan pengujian kinerja *Simulator*. Pengujian tersebut sebagai dasar apakah *Simulator* tersebut dapat digunakan sebagai *Simulator*.

1. Pengujian komponen *Simulator*

Pengujian komponen *Simulator* disesuaikan dengan spesifikasi yang ada pada buku manual ataupun spesifikasi yang tertera pada komponen tersebut. Hasil pengujian komponen yaitu:

a. Pemeriksaan tegangan baterai

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui kapasitas tegangan yang digunakan sebagai suatu daya pada sistem. Dari hasil pemeriksaan didapatkan tegangan baterai sebesar 12 *volt*, sedangkan standar baterai yang harus digunakan adalah 12 *volt*. Dapat disimpulkan bahwa tegangan baterai pada simulatormemenuhstandar yang dibutuhkan pada sistem bahan bakar EFI.

b. Pemeriksaan kontinuitas setiap saklar

Pengujian kontinuitas saklar diantaranya adalah saklar on off, saklar penyetel pola injeksi didapatkan bahwa pada setiap saklar terdapat kontinuitas atau ada hubungan apabila saklar diaktifkan. Hal ini bertujuan untuk mengetahui komponen dalam kondisi rusak atau tidak sehingga komponen dapat berfungsi. Selain itu untuk meminimalisir adanya korsleting dalam rangkaian kelistrikan simulator. Dari setiap pengujian didapatkan adanya kontinuitas di tiap saklar. Hasil tersebut

menunjukkan bahwa setiap saklar dalam kondisi tidak rusak sehingga dapat berfungsi sesuai dengan fungsi masing – masing. Apabila saklar rusak maka akan berdampak pada sistem kerja simulator sehingga kerja simulator tidak dapat maksimal.

c. Pemeriksaan Injektor

Ada beberapa *point* yang harus dilakukan untuk pemeriksaan injektor untuk mengetahui apakah injektor dapat bekerja atau tidak. Pemeriksaan injektor antara lain pemeriksaan tahanan injektor, pemeriksaan volume injektor dan kebocoran injektor. Dari semua pemeriksaan yang dilakukan dimaksudkan untuk mengetahui kondisi dari injektor apakah masih berfungsi dengan baik atau rusak. Setiap pemeriksaan terpacu pada spesifikasi yang diambil dari referensi yang jelas sehingga meminimalisir perbedaan pendapat. Hasil dari tahanan dari empat injektor sama yaitu 13,8 Ω . Hasil dari pemeriksaan volume injeksi yaitu 15 ml, 25 ml, 15 ml dan 18 ml. Hasil tes kebocoran hanya injektor no. 3 yang tidak bocor. Dari tahanan injektor dapat disimpulkan bahwa injektor masih dapat berfungsi karena untuk spesifikasi yang dianjurkan yaitu 13,8 Ω . Volume injeksi tiap injektor tidak masuk dalam spesifikasi yang dianjurkan yaitu 40 – 50 ml dan hasil tes kebocoran injektor hanya injektor 3 yang tidak mengalami kebocoran. Dari hasil tes tersebut dapat disimpulkan bahwa injektor harus diganti karena tidak sesuai dengan spesifikasi yang sudah ada. Hal ini dikarenakan kinerja dari injektor tidak dapat berfungsi dengan baik

apabila digunakan pada kendaraan. Dampak yang dapat dirasakan apabila injektor rusak yaitu mesin sulit untuk di *start*, kinerja mesin kurang maksimal karena suplai bahan bakar kurang, mesin akan sering mati apabila kerusakan injektor sangat parah hal ini diakibatkan karena pembukaan injektor tidak stabil.

d. Pemeriksaan *Throttle Body*

Pemeriksaan *throtlle body* diantaranya memeriksa tahanan *throttle position sensor* dan perubahan tahanan *throttle position sensor*. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui apakah sensor yang ada pada *throttle body* dalam keadaan berfungsi atau tidak. Hasil yang didapatkan adalah tahanan *throttle position sensor* 3 k Ω dan perubahannya 4 k Ω dan 6 k Ω dari semua pemeriksaan tahanan yang dilakukan, sehingga dapat diartikan bahwa sensor yang ada di *throttle body* dapat digunakan. Dampak apabila rusaknya sensor pada *throttle body* dapat mengurangi komposisi pembakaran didalam ruang bakar.

e. Pemeriksaan *Fuel Pump*

Fuel pump pada kendaraan berfungsi untuk menekan bahan bakar dari tangki bahan bakar ke pipa deliveri. Pemeriksaan *fuel pump* bertujuan untuk mengetahui kondisi *fuel pump* dalam kondisi rusak atau masih berfungsi. Hasil yang didapatkan saat pemeriksaan fuel pump yang telah dilakukan adalah 5,6 Ω . Hasil tersebut menunjukkan bahwa kinerja dari fuel pump tidak baik karena spesifikasi yang dianjurkan adalah 0,2 Ω sampai 3,0 Ω . Kesimpulan yang bisa diambil dari hasil

pemeriksaan adalah *fuel pump* dapat bekerja namun untuk menekan bahan bakar tekanan yang dibuat oleh *fuel pump* kurang, dikarenakan oleh hambatan yang begitu besar sehingga arus yang diberikan oleh baterai berkurang yang. Hal ini mengakibatkan tekanan bahan bakar yang dialirkan ke pipa deliveripun ikut berkurang, yang mengakibatkan bahan bakar yang akan dikabutkan oleh injektor kurang sempurna. Kondisi tersebut mempengaruhi kepada kinerja mesin sehingga tenaga yang dihasilkan oleh mesin tidak maksimal.

2. Pengujian kerja sistem *Simulator*

Pada pengujian kerja sistem, pengujian dilakukan secara visual apakah simulator dapat bekerja sesuai dengan apa yang diinginkan sesuai pilihan yang diatur melalui sakelar pola injeksi. Pengujian dilakukan secara satu per satu sesuai jenis pola injeksi yaitu simultan, ganda dan tunggal. Hasil yang didapatkan adalah masing – masing pola yang diinginkan dapat berjalan sesuai pola yang diinginkan melalui saklar jenis pola injeksi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Setelah selesai mengerjakan proyek akhir dengan judul pembuatan Simulator Pola Injeksi Sistem Bahan Bakar EFI sampai dengan akhir penyusunan laporan ini maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Pembuatan Simulator Pola Injeksi Sistem Bahan Bakar EFI dapat diselesaikan dengan baik, dengan prosedur pembuatannya meliputi Pemilihan Komponen, Pembuatan Rangka Dudukan Komponen, Perakitan Komponen Pada Papan *Acrylic*, Pengujian Kerja Komponen Dan Sistem. Pembuatan simulator berjalan sesuai dengan jadwal kegiatan yang telah dibuat meskipun dalam prosesnya terdapat kendala dalam pemilihan bahan dan dalam tahap pengerjaan simulator namun dapat diatasi sehingga pengerjaan simulator dapat terselesaikan.
2. Hasil pengujian kinerja dari Simulator Pola Injeksi Sistem Bahan Bakar EFI meliputi pengujian tahan injektor, pengujian volume injeksi, tes kebocoran injektor pengujian tahanan sensor *throtlle*, pengujian tahanan *fuel pump*, Pengujian kontinuitas *fuse*, relay, dan kontinuitas kunci kontak. Hasil pemeriksaan yang telah dilakukan menunjukkan komponen yang diuji dalam keadaan dapat berfungsi namun tidak layak untuk digunakan pada kendaraan. Namun untuk

kebutuhan simulasi komponen – komponen tersebut dapat difungsikan sebagai simulator atau alat peraga. Dan komponen – komponen tersebut masih layak untuk digunakan dalam proses simulasi karena sebagai bahan contoh komponen – komponen yang rusak ataupun tidak berfungsi secara baik.

B. Keterbatasan Simulator

Dalam pengerjaan simulator terdapat keterbatasan yang timbul dilapangan. Keterbatasan dalam pembuatan simulator sebagai berikut :

1. Simulator hanya efektif digunakan maksimal 4 orang
2. Komponen yang digunakan tidak layak digunakan pada kendaraan dikarenakan mahalnya harga komponen yang tidak dapat terpenuhi oleh kemampuan dana biaya
3. Komponen pada simulator tidak lengkap yaitu tidak adanya *engine computer unit* (ECU) dan *pressure regulator* dikarenakan harga komponen mahal dan tidak dapat terpenuhi oleh kemampuan dana biaya.

C. Saran

Setelah semua selesai maka perlu saran dalam membuat proyek akhir ini, saran tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Simulator Pola Injeksi Sistem Bahan Bakar EFI dengan bahan *acrylic* sebagai panel simulator dengan tebal 3 mm mudah patah, selain itu bahan tangki bahan bakar terbuat dari kaca. Maka dari itu perlu kehati – hatian dalam penggunaan simulator.

2. Menggunakan alat ukur yang sesuai dan dengan prosedur yang benar agar tidak terjadi kesalahan pengukuran. Selain itu menghindari kerusakan pada alat ukur dan komponen.
3. Memeriksa sambungan kabel pada *jack banana* dan soket sebelum menggunakan simulator, agar tidak terjadi hubungan arus pendek.

DAFTAR PUSTAKA

- Arief S, Sadiman. 2009. *Media Pendidikan*. Jakarta : Rajawali Pers
- Bambang Sridadi. (2009). *Pemodelan Dan Simulasi Sistem: Teori, Aplikasi, Dan Contoh Program dalam Bahasa C*. Bandung : Informatika
- Depdiknas.2005. *Panduan Pengembangan Model Pembelajaran Berbasis Kompetensi*. Jakarta: Direktorat PPTK dan KPT Dirjen Dikti.
- Moch. Solikin. (2005). *Sistem Injeksi Bahan Bakar Motor Bensin (EFI System)*. Yogyakarta : KampongILMU
- Ronald H. Anderson. *Pemilihan Dan Pengembangan Media Untuk Pembelajaran*. Jakarta : CV. Rajawali
- Toyota. 1992. *Pedoman Reparasi Mesin 4A-FE* . Jakarta: PT Toyota Astra Motor. Toyota.

www.kbbi.web.id/simulator diakses tanggal 06 Oktober 2017

Lampiran 1. Kartu Bimbingan



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

KARTU BIMBINGAN PROYEK AKHIR /TUGAS AKHIR SKRIPSI

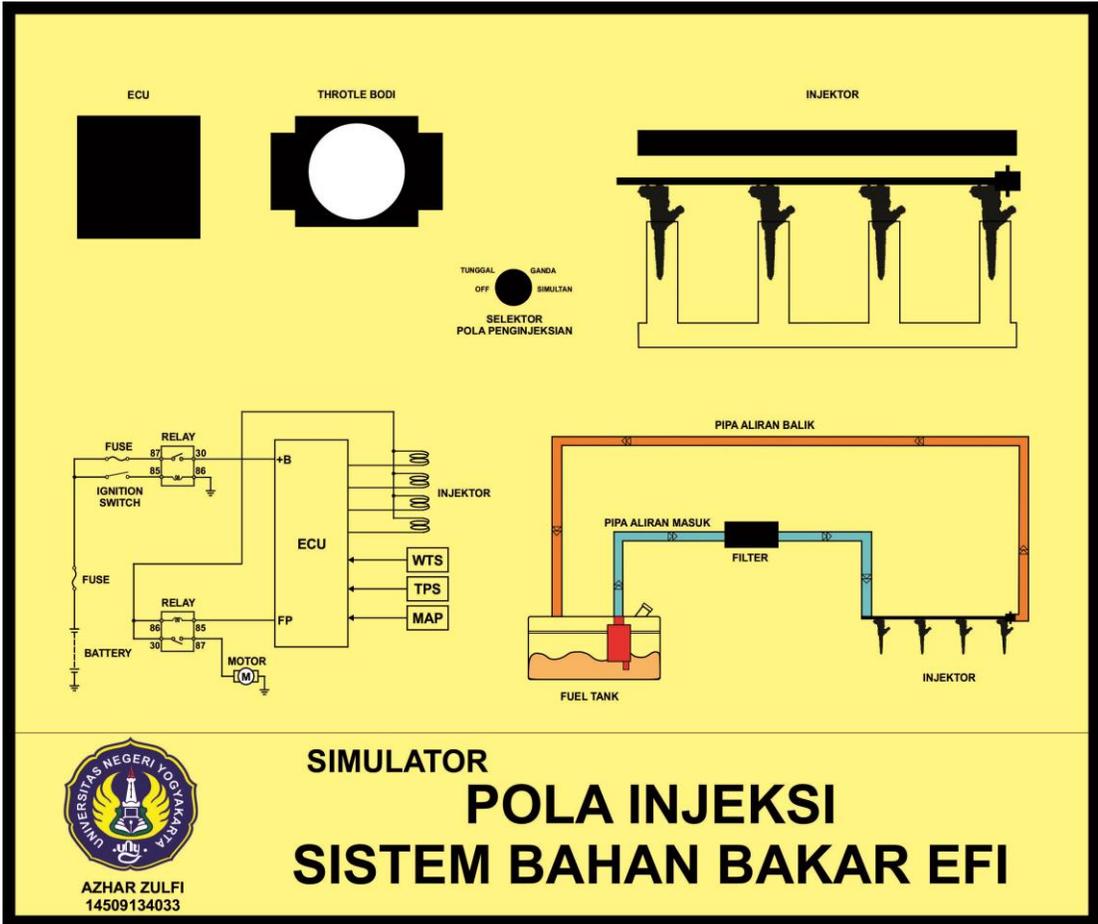
FRM/OTO/04-00
 27 Maret 2008

Nama Mahasiswa : Azhar Zulfi
 No. Mahasiswa : 14509134033
 Judul PA/TAS : Pembuatan Simulator Sistem Pola Penginjeksian Bahan Bakar Mesin
 EFI
 Dosen Pembimbing : Dr. Zainal Arifin, M.T.

Bimb. Ke	Hari/Tanggal Bimbingan	Materi Bimbingan	Catatan Dosen Pembimbing	Tanda tangan Dosen Pemb.
1	15-1-18	Bab. I.	Revisi. Lembar belah ketupat	[Signature]
2	19-1-18	Bab. I.	Revisi Layout bab II.	[Signature]
3	25-1-18	Bab. II.	Revisi.	[Signature]
4	31-1-18	Bab. II.	Layout bab. III	[Signature]
5		Layout pembuatan simulasi.		[Signature]
6	07-2-18	Bab. III.	Layout pembuatan	[Signature]
7	12-2-18	Bab. IV	Revisi kerangka dan	[Signature]
8			Skema uji belah ketupat	[Signature]
9	15-2-18	Bab. V	Revisi. Skema Bab. V	[Signature]
10	20-2-18	Bab V	Revisi kerangka dan belah ketupat antara lain simpul.	[Signature]

- Keterangan :
- Mahasiswa wajib bimbingan minimal 6 kali
 Bila lebih dari 6 kali. Kartu ini boleh dicopy.
 - Kartu ini wajib dilampirkan pada laporan PA/TAS

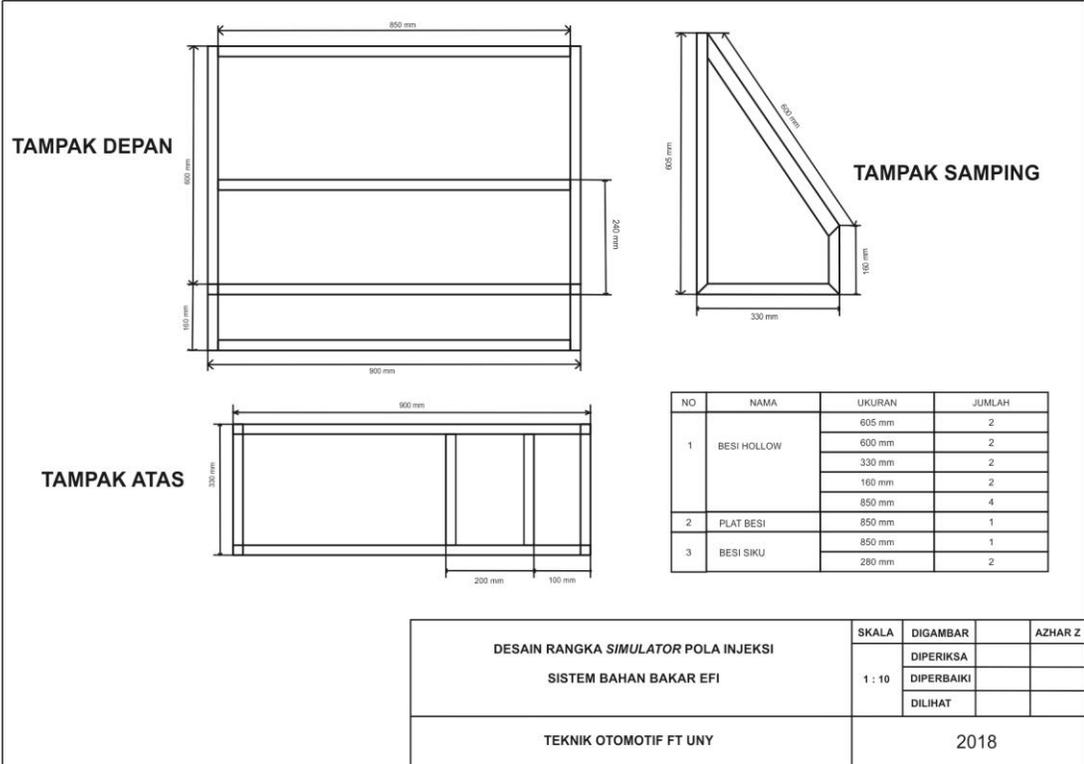
Lampiran 2. Desain Papan Panel



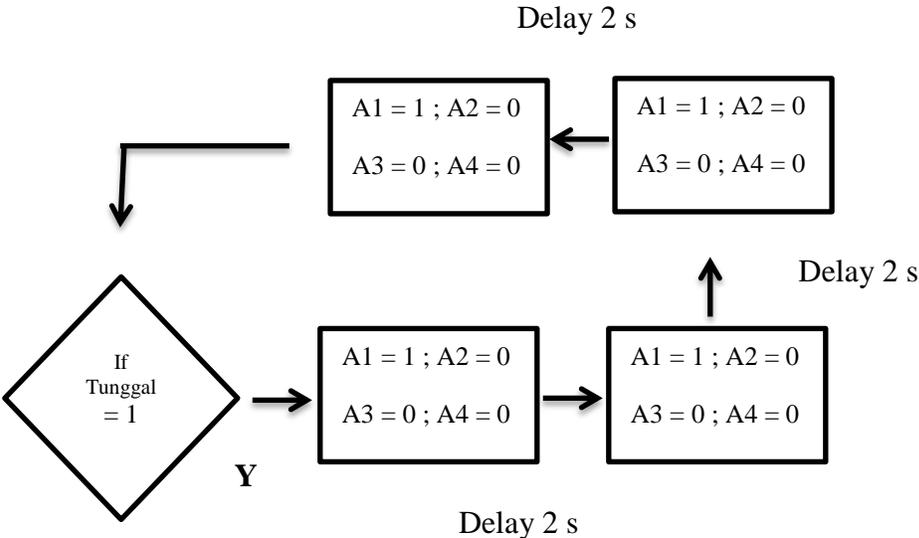
AZHAR ZULFI
14509134033

**SIMULATOR
POLA INJEKSI
SISTEM BAHAN BAKAR EFI**

Lampiran 3. Desain Rangka

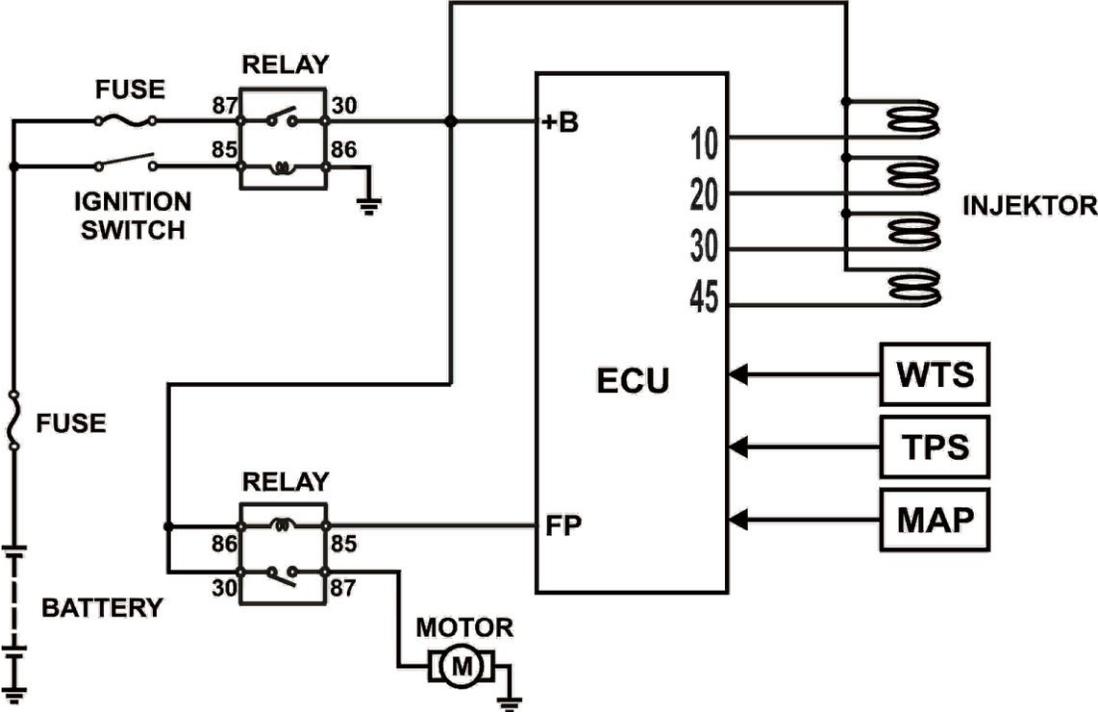


Lampiran 4. *Flowchart Program*

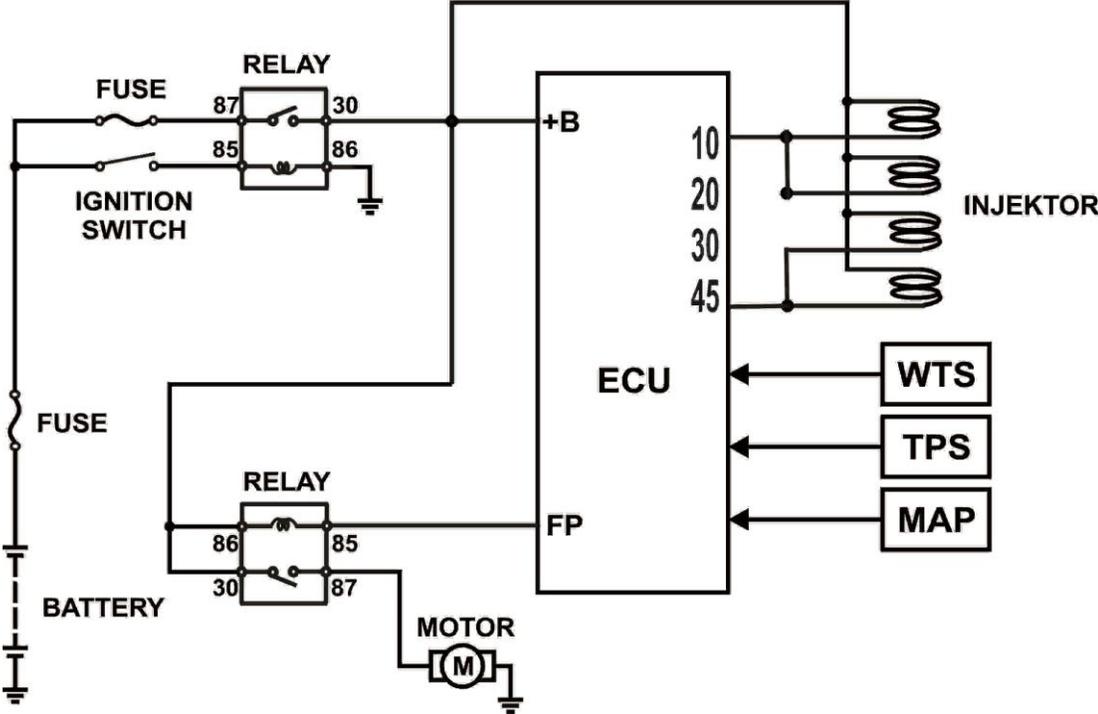


- Keterangan :
- ◊ : Simbol Keputusan
 - : Simbol Proses
 - A1 : Injektor no 1
 - A2 : Injektor no 2
 - A3 : Injektor no 3
 - A4 : Injektor no 4
 - : Simbol Arah Arus
 - Y : Ya
 - T : Tidak

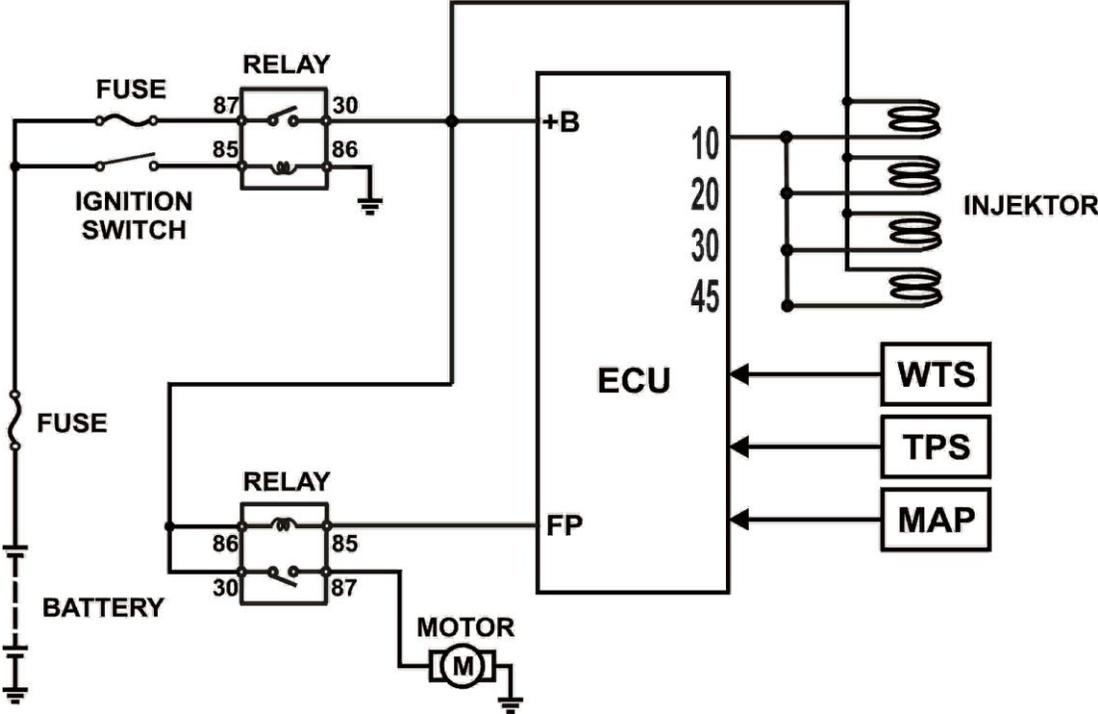
Lampiran 5. Wiring Diagram Pola Injeksi Tunggal



Lampiran 6. Wiring Diagram Pola Injeksi Ganda



Lampiran 7. Wiring Diagram Pola Injeksi Simultan



Lampiran 8. Bukti Selesai Revisi



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

BUKTI SELESAI REVISI PROYEK AKHIR D3/S1

FRM/OTO/11-00
27 Maret 2008

Nama Mahasiswa : Azhar Zulfi
No. Mahasiswa : 14509134033
Judul PA D3/S1 : Pembuatan Simulator Pola Injeksi Sistem Bahan Bakar EFI
Dosen Pembimbing : Dr. Zainal Arifin, M.T.

Dengan ini Saya menyatakan Mahasiswa tersebut telah selesai revisi.

No	Nama	Jabatan	Paraf	Tanggal
1	Dr. Zainal Arifin, M.T.	Ketua Penguji		19-4-18
2	Muhkamad Wakid, M.Eng.	Sekretaris Penguji		23-4-18
3	Lilik Chaerul Yuswono, M.Pd.	Penguji Utama		19-4-18

Keterangan :

1. Arsip Jurusan
2. Kartu wajib dilampirkan dalam laporan Proyek Akhir D3/S1