

**RANCANG BANGUN INDIKATOR *OUTPUT* TEGANGAN SENSOR  
DAN INDIKATOR KERJA AKTUATOR PADA *ENGINE STAND*  
*TOYOTA AVANZA K3VE***

**TUGAS AKHIR**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Ahli Madya  
Departemen Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang*



**OLEH :  
GEMA NOVARDI HARFAN  
NIM. 20074022**

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK OTOMOTIF  
DEPARTEMEN TEKNIK OTOMOTIF  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
2023**

**HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING**

**TUGAS AKHIR**

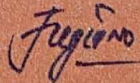
**RANCANG BANGUN INDIKATOR *OUTPUT* TEGANGAN SENSOR  
DAN INDIKATOR KERJA AKTUATOR PADA *ENGINE STAND*  
*TOYOTA AVANZA K3VE***

Nama : Gema Novardi Harfan  
Nim : 20074022  
Program studi : D3 Teknik Otomotif  
Depertemen : Teknik Otomotif  
Fakultas : Fakultas Teknik

Padang, Juni 2023

Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing



Toto Sugiarto, S.Pd., M.Si  
NIP. 197302131999031005

Mengetahui :

Koordinator Prodi D3  
Teknik Otomotif



Wawan Purwanto, S.Pd., M.T., Ph.D  
NIP. 198409152010121006

## HALAMAN PENGESAHAN TIM PENGUJI

NAMA : Gema Novardi Harfan  
NIM/BP : 20074022/2020

Dinyatakan Lulus Setelah Mempertahankan Tugas Akhir di Depan Tim Penguji  
Program Studi D3 Teknik Otomotif Departemen Teknik Otomotif  
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

Dengan Judul:

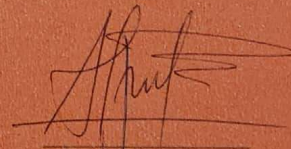
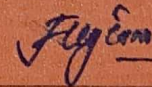
**Rancang Bangun Indikator *Output* Tegangan Sensor Dan Indikator Kerja  
Aktuator Pada *Engine Stand Toyota Avanza K3VE***

Padang, Juni 2023

Tim Penguji

Tanda Tangan

- 1 Ketua : Toto Sugiarto, S.Pd., M.Si
- 2 Sekretaris : Dwi Sudarno Putra, S.T., M.T
- 3 Anggota : Wawan Purwanto, S.Pd., M.T., Ph.D



## ABSTRAK

Gema Novardi Harfan (20074022/2020): Rancang Bangun Indikator *Output* Tegangan Sensor dan Indikator Kerja Aktuator pada *Engine Stand Toyota Avanza K3VE*.

Masalah mahasiswa kesulitan ketika melakukan praktikum sistem *EFI* khususnya pada saat memahami prinsip kerja sensor, aktuator dan nilai *output* tegangan dari sensor dan kerja aktuator. Sehingga penulis merancang dan merakit indikator *output* tegangan sensor dan indikator kerja aktuator dengan tujuan mempermudah mahasiswa untuk memahami dan menganalisa jumlah tegangan *output* sensor dan kerja dari aktuator.

Pembuatan alat ini menggunakan prinsip jumper kabel pada tegangan *output* sensor dan kabel *input* aktuator dengan menggunakan voltmeter digital sebagai indikator penghitung nilai tegangan pada masing-masing sensor dan aktuator.

Setelah merancang dan merakit indikator *output* tegangan sensor dan indikator kerja aktuator pada *engine stand toyota avanza K3VE*, kemudian penulis melakukan uji coba alat dengan membandingkan hasil pengukuran tegangan antara voltmeter digital dan multimeter hasil perbandingan menunjukkan kesamaan dalam pengukuran. Maka di harapkan alat ini bermanfaat dan dapat digunakan sebagai sarana praktikum oleh mahasiswa Departemen Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Kata kunci : Tegangan *Output*, Sensor, Kerja Aktuator

## KATA PENGANTAR

### بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dan laporan yang berjudul “**Rancang Bangun Indikator *Output* Tegangan Sensor dan Indikator Kerja Aktuator pada *Engine Stand Toyota Avanza K3VE***”. Laporan ini diajukan sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi D3 Teknik Otomotif, Departemen Teknik Otomotif, Universitas Negeri Padang.

Banyak usaha dan ikhtiar penulis untuk mengatasi kendala dan kesulitan yang ada dalam pengerjaan tugas akhir ini. Berkat rahmat Allah SWT dan bantuan dari semua pihak, akhirnya tugas akhir ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terimakasih banyak kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Fahmi Rizal, M.Pd., M.T. Selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang.
2. Bapak Prof. Dr. Wakhinuddin S, M.Pd. Selaku Kepala Departemen Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang.
3. Bapak Wagino, S.Pd., M.Pd.T. Selaku Sekretaris Departemen Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang.
4. Bapak Wawan Purwanto, S.Pd., M.T., Ph.D. Selaku Koordinator Program Studi D3 Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang.
5. Bapak Toto Sugiarto., S.Pd., M.Si. Selaku dosen Pembimbing Tugas Akhir
6. Bapak Hendra Dani Saputra., S.Pd., M.Pd.T. Selaku dosen Penasehat Akademik.

7. Dosen dan Staf Departemen Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
8. Teristimewa untuk kedua orang tua beserta semua keluarga yang telah memberikan dukungan, do'a dan bimbingan kepada penulis.
9. Rekan–rekan mahasiswa dan sahabat seperjuangan Departemen Teknik Otomotif.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan tugas akhir ini masih banyak kekeliruan karena keterbatasan penulis. Untuk itu penulis mohon saran dan kritik guna membangun kesempurnaan laporan Tugas Akhir ini. Akhir kata penulis berharap laporan ini berguna dan bermanfaat bagi penulis dan pada pembaca.

Padang, Juni 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN TIM PENGUJI .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>x</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Identifikasi Masalah.....	3
C. Batasan Masalah .....	4
D. Perumusan Masalah .....	4
E. Tujuan Tugas Akhir .....	4
F. Manfaat Tugas Akhir .....	4
<b>BAB II LANDASAN TEORI .....</b>	<b>6</b>
A. Sensor.....	6
B. Aktuator .....	27
C. <i>Engine Stand</i> .....	33
<b>BAB III PEMBAHASAN .....</b>	<b>35</b>
A. Desain Produk.....	35
B. Langkah Pengerjaan.....	38
C. Prosedur Pemakaian Alat.....	64
D. Uji coba alat .....	65
<b>BAB IV PENUTUP .....</b>	<b>68</b>
A. Kesimpulan .....	68
B. Saran .....	68
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>70</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>71</b>

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 1. Sensor <i>Manifold Absolute Pressure</i> .....	8
Gambar 2. Sensor <i>temperature</i> .....	10
Gambar 3. Tipe <i>zirkonia</i> .....	12
Gambar 4. Tipe <i>Titania</i> .....	13
Gambar 5. Rangkaian <i>CMP</i> dan <i>CKP</i> .....	15
Gambar 6. Diagram Voltase <i>Output</i> sensor.....	16
Gambar 7. Wiring sensor <i>MAP</i> .....	16
Gambar 8. Terminal Pada Sensor <i>MAP</i> .....	17
Gambar 9. Tipe sensor menggunakan termistor.....	19
Gambar 10. Wiring diagram <i>ECT</i> .....	19
Gambar 11. Terminal sensor pada <i>ECT</i> .....	20
Gambar 12. Cara kerja Sensor $O_2$ .....	22
Gambar 13. Wiring diagram sensor $O_2$ .....	23
Gambar 14. Konektor sensor $O_2$ .....	24
Gambar 15. Gelombang <i>output</i> sinyal sensor <i>heated</i> oksigen .....	25
Gambar 16. wiring diagram <i>CMP</i> .....	26
Gambar 17. Konektor <i>CMP</i> .....	26
Gambar 18. Gelombang <i>output</i> sinyal sensor <i>heated</i> oksigen .....	27
Gambar 19. Wiring diagram <i>ignition coil</i> .....	30
Gambar 20. Konektor <i>ignition coil</i> .....	31
Gambar 21. <i>Fuel Injektor</i> .....	32
Gambar 22. Desain produk.....	35
Gambar 23. Wiring diagram.....	36
Gambar 24. Wiring diagram indikator sensor <i>MAP</i> .....	37
Gambar 25. Wiring diagram indikator sensor <i>ECT</i> .....	37
Gambar 26. Wiring diagram indikator sensor <i>CMP</i> .....	37
Gambar 27. Wiring diagram indikator sensor $O_2$ .....	38
Gambar 28. Wiring diagram indikator aktuator <i>IG</i> .....	38
Gambar 29. Pembuatan garis.....	40
Gambar 30. Proses pengeboran .....	40
Gambar 31. Proses pemotongan .....	41
Gambar 32. Pemasangan kaca film .....	41
Gambar 33. Proses mengeluarkan angin yang terjebak .....	42
Gambar 34. Proses pemasangan <i>stiker</i> .....	42
Gambar 35. Pemasangan simbol .....	43
Gambar 36. Melepas voltmeter dari frame.....	43



Gambar 37.	Dioda h bridge .....	44
Gambar 38.	Setelah dioda h bridge di cabut .....	44
Gambar 39.	Pemasangan kabel suplay .....	45
Gambar 40.	Pemasangan voltmeter digital.....	45
Gambar 41.	Pemasangan saklar.....	46
Gambar 42.	Pemasangan <i>quick connector</i> ) .....	46
Gambar 43.	Quick Connector 3 wire dan 4 wire.....	47
Gambar 44.	Pemasangan kabel ke <i>quick connector</i> .....	47
Gambar 45.	Pemasangan kabel suplay .....	49
Gambar 46.	Pemasangan kabel supaly ke input saklar .....	49
Gambar 47.	Pemasangan kabel masa .....	50
Gambar 48.	Pemasangan kabel saklar.....	51
Gambar 49.	Pemasangan kabel negatif voltmeter .....	51
Gambar 50.	Proses pengeboran .....	52
Gambar 51.	Pemasangan akrilik.....	52
Gambar 52.	Pemasangan sekring .....	53
Gambar 53.	Menghuungkan kabel Utama.....	53
Gambar 54.	Pemasangan kabel negatif utama.....	54
Gambar 55.	Pemangan kabel <i>input stepdown</i> .....	54
Gambar 56.	Pemasangan kabel masa <i>stepdwon</i> .....	55
Gambar 57.	Pemasangan kabel <i>output stepdown</i> .....	55
Gambar 58.	Pemasangan skuk.....	56
Gambar 59.	Pemasangan kabel sinyal voltmeter <i>MAP</i> .....	56
Gambar 60.	Menghubungkan ke kabel <i>PIM</i> .....	57
Gambar 61.	Pemasangan skuk.....	57
Gambar 62.	Pemasangan kabel sinyal voltmeter <i>ECT</i> .....	58
Gambar 63.	Menghubungkan ke kabel PIM .....	58
Gambar 64.	Pemasangan skuk.....	59
Gambar 65.	Pemasangan kabel sinyal voltmeter <i>CMP</i> .....	59
Gambar 66.	Menghubungkan ke kabel N1+ dan N1-.....	60
Gambar 67.	Pemasangan skuk.....	60
Gambar 68.	Pemasangan kabel sinyal voltmeter O <sub>2</sub> .....	61
Gambar 69.	Menghubungkan ke kabel OX1/OX dan HT .....	61
Gambar 70.	Pemasangan skuk.....	62
Gambar 71.	Menghubungkan kabel sinyal <i>quick connector</i> .....	62
Gambar 72.	Menghubungkan ke kabel.....	63
Gambar 73.	Pemasangan slang kabel .....	63
Gambar 74.	Perapian kabel .....	64

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 1. Hasil pengujian saat kunci kontak ON .....	65
Tabel 2. Hasil pengujian saat <i>engine</i> hidup .....	65
Tabel 3. Hasil pengujian saat engine hidup putaran 2500 rpm.....	66

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang**

*Elektronic Fuel Injection (EFI)* merupakan pengembangan dari sistem karburator. Sistem *EFI* memanfaatkan konsep pencampuran udara dan bahan bakar pada *intake manifold* menggunakan sebuah injector untuk menyemprotkan bahan bakar. Mode kontrol saat menginjeksikan bahan bakar ke intake manifold di atur oleh *Elektronic Control Unit (ECU)*. *ECU* akan mendapatkan sinyal dari sensor untuk menginjeksikan bahan bakar pada waktu dan jumlah yang tepat berdasarkan putaran mesin (Sugiarto, Putra, Purwanto, Wagino, 2018 : 91). Sistem *efi* meliputi beberapa sensor dan aktuator diantaranya, *Manifold Absolute Pressure (MAP)*, *Throttle Position Sensor (TPS)*, *Intake Air Temperature (IAT)*, *Engine Coolant Temperature (ECT)*, *Ignition Coil (IG)*, *Fuel Injector*, *Camshaft Position sensor (CMP)*, *Crankshaft Position sensor (CKP)*, *Knock sensor (KNK)*, dan *Oxygen Sensor (O<sub>2</sub>)* (Daihatsu, 2006 : MT 5-6). Pemahaman terhadap beberapa sensor dan aktuator tersebut sangatlah penting, disamping memahami fungsi komponen, mahasiswa juga di tuntut dapat memahami bentuk dan alur sistem kerja sensor dan aktuator tersebut sehingga mahasiswa dapat dinyatakan sebagai teknisi yang kompeten dan siap bersaing dalam dunia industri.

Dalam kegiatan praktikum mata kuliah Teknologi Ototronik, terjadi ketidak tercapai tujuan pembelajaran dan praktikum. Banyak upaya yang telah dilakukan untuk meningkatkan fasilitas pembelajaran mahasiswa seperti

penyediaan laboratorium komputer, menambah jumlah buku teks perpustakaan, media pembelajaran dan menambah sarana prasarana lainnya, namun belum menunjukkan hasil terbesar. Dikarenakan keterbatasan sumber daya yang dimiliki mahasiswa dan kurangnya perangkat seperti media ajar dalam bentuk alat peraga yang sesuai dengan perkembangan zaman.

Melihat dari kegiatan praktikum pada mata kuliah Teknologi Ototronik sebagian besar mahasiswa sulit untuk memahami cara kerja aktuator dan jumlah tegangan dari *output* sebuah sensor. Sebab untuk mengetahui kinerja dan jumlah tegangan harus menggunakan *multitester* disetiap sensor dan aktuator yang akan di periksa. Jika pengecekan dilaksanakan secara bersamaan, maka akan membutuhkan banyak multitester untuk mengetahui tegangan setiap sensor dan aktuator dan jika pengecekan dilakukan satu persatu sensor dan aktuator itu akan membutuhkan waktu lama, sehingga mahasiswa lebih cepat bosan dan karna menunggu temannya untuk menyelesaikan pengecekan satu persatu. Selain itu cara ini cenderung rumit dan juga kurang efektif, dikarenakan mahasiswa harus mengupas kabel untuk membuat hubungan paralel sementara ke multitester. Jika cara ini sering dilakukan, maka akan mengakibatkan kerusakan pada kebel.

Pada workshop Departemen Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang memang memiliki alat peraga indikator *output* tegangan sensor dan indikator kerja aktuator, tetapi dalam keadaan sudah rusak. Sehingga menyebabkan proses pembelajaran yang kurang maksimal. Kemudian kedisiplinan dari pelajar yang masih kurang baik, hal ini

menunjukkan pelajar kurang memiliki motivasi dalam mengikuti kegiatan pembelajaran, pelajar cenderung pasif dan belum bisa mengetahui makna dari hasil kegiatan belajar. Pelajar belum mampu menumbuhkan potensi dan motivasi besar yang ada pada dirinya dalam mengikuti kegiatan belajar mengajar.

Berdasarkan luasnya permasalahan yang menyebabkan kurang maksimalnya kualitas pembelajaran pada mata kuliah Pratikum Teknologi Ototronik maka penulis memutuskan untuk membuat media ajar dalam bentuk alat peraga indikator *output* tegangan sensor dan indikator kerja aktuator. Agar dapat mengatasi mahasiswa yang sulit memahami sistem kerja *EFI*, dan juga mengatasi kekurangannya media pembelajaran indikator *output* tegangan sensor dan indikator kerja aktuator pada workshop Teknik Otomotif FT UNP. Maka diharapkan mampu meningkatkan kualitas pembelajaran mata kuliah Teknologi Ototronik khususnya pada sistem *EFI*.

## **B. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka didapat identifikasi masalah sebagai berikut :

1. Hasil pembelajaran sistem *EFI* yang kurang maksimal pada mata kuliah Teknologi Ototronik.
2. Mahasiswa sulit memahami kerja dan besarnya tegangan *output* sensor dan kerja aktuator.

3. Kondisi alat peraga indikator *output* tegangan sensor dan indikator kerja aktuator yang sudah tidak berfungsi.

### **C. Batasan Masalah**

Mengingat keterbatasan waktu, biaya, pengetahuan, serta pengalaman yang penulis miliki maka penulis membatasi masalah tugas akhir ini tentang *output* tegangan sensor *Manifold Absolute Pressure, Engine Coolant Temperature, Camshaft Position, Oxygen sensor* dan indikator kerja aktuator *Ignition Coil* dengan judul “Rancang Bangun Indikator *Output* Tegangan Sensor dan Indikator Kerja Aktuator pada *Engine Stand Toyota Avanza K3 VE*”.

### **D. Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang sudah di uraikan sebelumnya, maka penulis membuat rumusan yaitu: Bagaimana cara perakitan indikator *output* tegangan sensor dan indikator kerja aktuator?

### **E. Tujuan Tugas Akhir**

Tujuan yang Ingin dicapai dari tugas akhir ini adalah untuk merancang dan merakit indikator *output* tegangan sensor dan indikator kerja aktuator serta mendeskripsikan cara kerja sensor dan aktuator.

### **F. Manfaat Tugas Akhir**

Manfaat yang diperoleh dari pembuatan indikator *output* tegangan sensor dan indikator kerja aktuator adalah sebagai berikut :

1. Menambah unit media pembelajaran berupa indikator *output* tegangan sensor dan *output* kerja aktuator di *workshop* Departemen Teknik Otomotif FT UNP.
2. Bermanfaat bagi mahasiswa yang sedang mempelajari sistem *EFI*
3. Menambah pengetahuan pengalaman penulis tentang sistem *EFI*.