

**ANALISIS EMISI GAS BUANG, DAYA DAN TORSI PADA SEPEDA  
MOTOR FI DENGAN VARIASI SAAT PENGAPIAN, SAAT  
PENGINJEKSIAN DAN JENIS BAHAN BAKAR**

**SKRIPSI**

*Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana  
Pendidikan Pada Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif  
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang*



**Oleh:  
M. SADLY FIRMANSYAH  
NIM/TM.17073025/2017**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK OTOMOTIF  
DEPARTEMEN TEKNIK OTOMOTIF  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
2022**

**ANALISIS EMISI GAS BUANG, DAYA DAN TORSI PADA SEPEDA  
MOTOR FI DENGAN VARIASI SAAT PENGAPIAN, SAAT  
PENGINJEKSIAN DAN JENIS BAHAN BAKAR**

**SKRIPSI**

*Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana  
Pendidikan Pada Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif  
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang*



**M. SADLY FIRMANSYAH**

**17073025/2017**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK OTOMOTIF  
DEPARTEMEN TEKNIK OTOMOTIF  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

**2022**

**HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING**

**SKRIPSI**

**Analisis Emisi Gas Buang, Daya dan Torsi pada Sepeda Motor FI dengan  
Variasi Saat Pengapian, Saat Penginjeksian dan Jenis Bahan Bakar**

Nama : M. Sadly Firmansyah  
Nim : 17073025  
Program studi : Pendidikan Teknik Otomotif  
Departemen : Teknik Otomotif  
Fakultas : Teknik


Padang, 7 Desember 2022

Disetujui Oleh,  
Dosen Pembimbing



**Wawan Purwanto, S.Pd., M.T., Ph.D.**  
NIP. 19840915 201012 1 006

Mengetahui  
Kepala Departemen



**Prof. Dr. Wakhinuddin S, M.Pd**  
NIP. 19600314 198503 1 003

## PENGESAHAN TIM PENGUJI

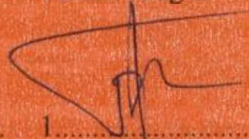
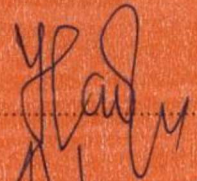

Nama : M. Sadly Firmansyah  
NIM : 17073025

Dinyatakan lulus setelah mempertahankan Skripsi di depan Tim Penguji  
Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif  
Departemen Teknik Otomotif  
Fakultas Teknik  
Universitas Negeri Padang  
Dengan judul

**Analisi Emisi Gas Buang, Daya dan Torsi pada Sepeda Motor FI dengan  
Variasi Saat Pengapian, Saat Penginjeksian dan Jenis Bahan Bakar**

Padang,....Desember 2022

### Tim Penguji

Nama		Tanda Tangan
1. Ketua	: Wawan Purwanto, S.Pd., M.T., Ph.D.	1. 
2. Sekretaris	: Prof. Dr. Hasan Maksum, M.T.	2. 
3. Anggota	: Ahmad Arif, S.Pd, M.T.	3. 



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
FAKULTAS TEKNIK  
**DEPARTEMEN TEKNIK OTOMOTIF**  
Jl. Prof Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang 25171  
Telp. (0751) ..... FT: (0751)7055644, 445118 Fax .7055644  
E-mail : info@ft.unp.ac.id



Certified Management System  
DIN EN ISO 9001:2000  
Cert.No. 01.100 086042

## SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **M. Sadly Firmansyah**  
NIM/TM : 17073025/2017  
Program Studi : Pendidikan teknik Otomotif  
Departemen : Teknik Otomotif  
Fakultas : Teknik  
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Padang

Dengan ini menyatakan, bahwa Skripsi saya dengan judul **“Analisis Emisi Gas Buang, Daya dan Torsi pada Sepeda Motor FI dengan Variasi Saat Pengapian, Saat Penginjeksian dan Jenis Bahan Bakar.”** Adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di institusi Universitas Negeri Padang maupun di masyarakat dan negara.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Padang, November 2022

Saya yang menyatakan,



**M. Sadly Firmansyah**  
NIM. 17073025/2017

## Abstrak

### **M. Saly Firmansyah, 2022: Analisis Emisi Gas Buang, Daya dan Torsi pada Sepeda Motor FI dengan Variasi Saat Pengapian, Saat Penginjeksian dan Jenis Bahan Bakar**

Penelitian ini membahas tentang perubahan nilai dari kadar emisi gas buang, nilai daya dan nilai torsi yang dihasilkan pada sepeda motor FI dengan penggunaan ECU *Programmable* (4 variasi perlakuan saat pengapian dan saat penginjeksian) menggunakan 3 jenis bahan bakar di setiap perlakuan. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui seberapa signifikan perubahan penggunaan ECU *Programmable* di setiap perlakuan terhadap emisi gas buang yang dihasilkan oleh objek penelitian. Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen. Objek penelitian ini adalah sepeda motor FI.

Hasil uji emisi gas buang terendah yang dihasilkan sepeda motor FI dengan penggunaan ECU *Programmable* diperoleh pada perlakuan saat pengapian (*ignition timing*)  $7^{\circ}$ BTDC dan saat penginjeksian (*injector timing*)  $350^{\circ}$ ATDC menggunakan bahan bakar Gasohol E30 dengan nilai kadar CO sebesar 0,02% kadar CO<sub>2</sub> sebesar 8,80% kadar HC sebesar 480,3 ppm dimana hasil yang diperoleh menunjukkan perubahan yang signifikan.

Perbandingan campuran bahan bakar terbaik yang dihasilkan sepeda motor FI dengan penggunaan ECU *Programmable* diperoleh pada perlakuan saat pengapian (*ignition timing*)  $3^{\circ}$ BTDC dan saat penginjeksian (*injector timing*)  $355^{\circ}$ ATDC menggunakan bahan bakar Gasohol E30, dengan nilai *Air Fuel Ratio* 14,4 dan lambda senilai 1,008 dimana hasil yang diperoleh menunjukkan perubahan yang signifikan.

Hasil uji daya dan torsi tertinggi yang dihasilkan sepeda motor FI dengan penggunaan ECU *Programmable* diperoleh pada perlakuan saat pengapian (*ignition timing*)  $3^{\circ}$ BTDC dan saat penginjeksian (*injector timing*)  $350^{\circ}$ ATDC menggunakan bahan bakar Gasohol E10, dengan nilai daya sebesar 8,83HP dan nilai torsi dengan intervensi CVT sebesar 29,55 N.m, dimana hasil yang diperoleh menunjukkan perubahan yang signifikan.

**Kata Kunci:** Emisi Gas Buang, Daya, Torsi, Sepeda Motor FI, ECU *Programmable*, *Ignition Timing*, *Injector Timing*, Bahan Bakar.

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis ucapkan kepada ALLAH SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul **“ANALISIS EMISI GAS BUANG DAYA DAN TORSI PADA SEPEDA MOTOR FI DENGAN VARIASI SAAT PENGAPIAN, SAAT PENGINJEKSIAN DAN JENIS BAHAN BAKAR”**.

Dalam kesempatan ini penulis ucapkan terima kasih kepada :

1. Teristimewa untuk Ama dan Ayah dari Penulis.
2. Bapak Dr. Fahmi Rizal, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang. (FT-UNP).
3. Bapak Prof. Dr. H. Wakhinuddin S, M.Pd selaku Ketua Departemen Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang serta selaku Dosen Penasehat Akademik.
4. Bapak Wawan Purwanto, S.Pd, MT, Ph.D selaku Dosen Pembimbing.
5. Bapak/Ibu Dosen Departemen Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
6. Seluruh keluarga dan kerabat yang telah memberikan semangat, dorongan dan motivasi kepada penulis baik secara materil maupun non materil dalam penulisan skripsi ini.

Kepada semua pihak yang telah menolong penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini, penulis ucapkan banyak terimakasih, semoga bantuan, bimbingan dan petunjuk yang bapak/ibu, saudara/i berikan menjadi amal ibadah dan mendapat balasan yang berlipat ganda dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan dan kelemahan dikarenakan keterbatasan dan kemampuan penulis, oleh sebab itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini untuk selanjutnya.

*Wassalamu'alaikum warah matullahi wabarakatu.*

Padang, November 2022

M. Sadly Firmansyah



## DAFTAR ISI

---

	<b>Halaman</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>i</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang Masalah .....	1
B. Identifikasi Masalah .....	4
C. Batasan Masalah .....	5
D. Rumusan Masalah .....	5
E. Tujuan Penelitian .....	5
F. Manfaat Penelitian .....	6
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA</b>	
A. Deskripsi Teori.....	7
1. Sistem Bahan Bakar Injeksi .....	7
2. Kontruksi Dasar Sistem EFI.....	10
3. Cara Kerja Sistem Injeksi.....	18
4. Bahan Bakar .....	19
5. Pengapian/Penyalaaan.....	27
6. Pembakaran .....	28

7. Busi.....	29
8. Saat Pengapian .....	30
9. Saat Penginjeksian.....	31
10. ECU <i>Programmable</i> .....	32
11. Daya .....	32
12. Torsi .....	34
13. Emisi Gas Buang.....	35
14. Faktor Yang Mempengaruhi Emisi Gas Buang .....	39
15. <i>Dynotest</i> .....	44
B. Penelitian Relevan .....	45
C. Kerangka Berfikir .....	46
D. Pertanyaan Penelitian.....	48

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

A. Metode Penelitian .....	49
B. Defenisi Operasional Variabel.....	51
C. Variabel Penelitian.....	52
D. Objek Penelitian.....	54
E. Jenis Dan Sumber Data.....	55
F. Instrument Penelitian .....	56
G. Tempat Dan Waktu Penelitian .....	57
H. Skema Penelitian.....	58
I. Prosedur Penelitian .....	59
J. Teknik Dan Alat Pengumpulan Data .....	63

K. Analisis Data.....	64
-----------------------	----

## **BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

A. Hasil Penelitian .....	67
1. Data Hasil Pengujian Emisi Gas Buang .....	68
2. Data Hasil Pengujian Daya dan Torsi .....	79
3. Grafik Hasil Pengujian Emisi Gas Buang .....	85
4. Grafik Hasil Pengujian Daya dan Torsi .....	95
5. Hasil Uji T .....	97
B. Pembahasan.....	109
1. Pengujian Emisi Gas Buang.....	109
a. Kadar CO.....	109
b. Kadar CO <sub>2</sub> .....	111
c. Kadar HC.....	112
d. Kadar O <sub>2</sub> .....	113
e. AFR ( <i>Air Fuel Ratio</i> ).....	114
f. <i>Lambda</i> .....	116
2. Pengujian Daya .....	117
3. Pengujian Torsi .....	118
C. Keterbatasan Penelitian .....	119

## **BAB V PENUTUP**

A. Kesimpulan .....	120
B. Saran .....	121

<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>122</b>
-----------------------------	------------

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. EFI D- <i>jetronik</i> dan L- <i>jetronik</i> .....	10
2. Skema Bahan Bakar Pada EFI .....	11
3. Pompa Bahan Bakar <i>Assy</i> Sepeda Motor.....	12
4. Kontruksi Injektor .....	13
5. <i>Throttle Position Sensor</i> .....	15
6. <i>Engine Oil Temperature Sensor</i> .....	16
7. <i>Crankshaft Position Sensor</i> .....	16
8. <i>Oxygen Sensor</i> .....	17
9. Skema Sistem Induksi udara .....	18
10. Grafik pembakaran .....	29
11. ECU <i>Programmable</i> .....	32
12. Sumber emisi gas buang kendaraan bermotor .....	35
13. Hubungan putaran mesin dengan emisi gas buang HC .....	42
14. Hubungan putaran mesin dengan emisi gas buang CO .....	42
15. <i>Dynotest</i> .....	44
16. Kerangka Berfikir 1 .....	47
17. Kerangka Berfikir 2 .....	48
18. Grafik Perbandingan Kadar CO.....	85
19. Grafik Perbandingan Kadar HC .....	87
20. Grafik Perbandingan Kadar CO <sub>2</sub> .....	88
21. Grafik Perbandingan Kadar O <sub>2</sub> .....	90
22. Grafik Perbandingan Nilai <i>Lambda</i> .....	91
23. Grafik Perbandingan Nilai AFR .....	93

24. Grafik Perbandingan Nilai Daya.....	95
25. Grafik Perbandingan Nilai Torsi.....	96

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
1. Perbandingan AFR dengan kondisi mesin .....	8
2. Spesifikasi Pertamina menurut Ditjen Migas.....	22
3. Spesifikasi Pertamina Turbo menurut Ditjen Migas.....	23
4. Angka oktan bahan bakar.....	26
5. Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor .....	36
6. Pengaruh Senyawa HC Terhadap Kesehatan Manusia.....	39
7. Pola Penelitian.....	50
8. Spesifikasi Sepeda Motor FI.....	54
9. Hasil Pengujian Daya Torsi .....	63
10. Hasil Pengujian Emisi Gas Buang .....	64
11. Hasil Uji Emisi Gas Buang dengan ECU Standar .....	68
12. Hasil Uji Emisi Gas Buang dengan ECU <i>Programmable</i> ( <i>ignition timing</i> <i>3°BTDC dan injector timing 355°ATDC</i> ).....	71
13. Hasil uji emisi gas buang dengan ECU <i>Programmable</i> ( <i>ignition timing</i> <i>7°BTDC dan injector timing 355°ATDC</i> ).....	73
14. Hasil Uji Emisi Gas Buang dengan ECU <i>Programmable</i> ( <i>ignition timing</i> <i>3°BTDC dan injector timing 350° ATDC</i> ). .....	75
15. Hasil Uji Emisi Gas Buang dengan ECU <i>Programmable</i> ( <i>ignition timing</i> <i>7°BTDC dan injector timing 350°ATDC</i> ).....	77
16. Hasil Uji Daya dan Torsi dengan ECU Standar berbahan bakar Gasohol E10.....	79

17. Hasil Uji Daya dan Torsi dengan ECU <i>Programmable (ignition timing 3°BTDC dan injector timing 355°ATDC)</i> berbahan bakar P. Turbo.....	80
18. Hasil Uji Daya dan Torsi dengan ECU <i>Programmable (ignition timing 3°BTDC dan injector timing 355°ATDC)</i> berbahan bakar Gasohol E30.....	81
19. Hasil Uji Daya dan Torsi dengan ECU <i>Programmable (ignition timing 7°BTDC dan injector timing 355°ATDC)</i> berbahan bakar Gasohol E10.....	82
20. Hasil Uji Daya dan Torsi dengan ECU <i>Programmable (ignition timing 3°BTDC dan injector timing 350°ATDC)</i> berbahan bakar Gasohol E10.....	83
21. Hasil Uji Daya dan Torsi dengan ECU <i>Programmable (ignition timing 7°BTDC dan injector timing 350°ATDC)</i> berbahan bakar Gasohol E10.....	84
22. Hasil Uji T Kadar CO .....	98
23. Hasil Uji T Kadar CO <sub>2</sub> .....	99
24. Hasil Uji T Kadar HC .....	100
25. Hasil Uji T Kadar O <sub>2</sub> .....	101
26. Hasil Uji T AFR.....	102
27. Hasil Uji T Nilai <i>Lambda</i> ( $\lambda$ ).....	103
28. Hasil Uji T Nilai Daya.....	104
29. Hasil Uji T Nilai Torsi .....	106
30. Perbandingan Kadar CO .....	109
31. Perbandingan Kadar CO <sub>2</sub> .....	111
32. Perbandingan Kadar HC .....	112
33. Perbandingan Kadar O <sub>2</sub> .....	113
34. Perbandingan Nilai <i>Air Fuel Ratio</i> .....	114

35. Perbandingan Nilai <i>Lambda</i> .....	116
36. Perbandingan Nilai Daya .....	117
37. Perbandingan Nilai Torsi .....	118



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
<b>Lampiran 1. Emisi Gas Buang</b>	
<b>a. Pengujian Emisi Gas Buang Pada Sepeda Motor FI Kondisi Standar (menggunakan ECU Standar)</b>	
Dengan bahan bakar Pertalite .....	125
Dengan bahan bakar Pertamina .....	126
Dengan bahan bakar Pertamina Turbo.....	127
Dengan bahan bakar Gasohol E10.....	128
Dengan bahan bakar Gasohol E30.....	129
<b>b. Pengujian Emisi Gas Buang pada Sepeda Motor FI menggunakan ECU <i>Programmable (ignition timing 3°BTDC injector timing 355°ATDC)</i></b>	
Dengan bahan bakar Pertamina Turbo.....	130
Dengan bahan bakar Gasohol E10.....	131
Dengan bahan bakar Gasohol E30.....	132
<b>c. Pengujian Emisi Gas Buang pada Sepeda Motor FI menggunakan ECU <i>Programmable (ignition timing 7°BTDC injector timing 355°ATDC)</i></b>	
Dengan bahan bakar Pertamina Turbo.....	133
Dengan bahan bakar Gasohol E10.....	134
Dengan bahan bakar Gasohol E30.....	135
<b>d. Pengujian Emisi Gas Buang pada Sepeda Motor FI menggunakan ECU</b>	

<b><i>Programmable (ignition timing 3°BTDC injector timing 350°ATDC)</i></b>	
Dengan bahan bakar Pertamina Turbo.....	136
Dengan bahan bakar Gasohol E10.....	137
Dengan bahan bakar Gasohol E30.....	138
<b>e. Pengujian Emisi Gas Buang ECU <i>Programmable (ignition timing 7°BTDC injector timing 350°ATDC)</i></b>	
Dengan bahan bakar Pertamina Turbo.....	139
Dengan bahan bakar Gasohol E10.....	140
Dengan bahan bakar Gasohol E30.....	141
<b>f. Tabel Hasil Uji Emisi Gas Buang</b>	
ECU Standar .....	142
ECU <i>Programmable</i> IG 3°BTDC IN 355°ATDC .....	144
ECU <i>Programmable</i> IG 7°BTDC IN 355°ATDC .....	146
ECU <i>Programmable</i> IG 3°BTDC IN 350°ATDC .....	148
ECU <i>Programmable</i> IG 7°BTDC IN 350°ATDC .....	150
<b>g. Grafik</b>	
Grafik CO .....	152
Grafik CO <sub>2</sub> .....	154
Grafik HC .....	156
Grafik O <sub>2</sub> .....	158
Grafik AFR .....	160
Grafik <i>Lambda</i> .....	162

## Lampiran 2. Daya dan Torsi

<b>a. Pengujian Daya dan Torsi pada Sepeda Motor FI menggunakan ECU Standar dengan bahan bakar Gasohol E10</b>	
Uji 1 .....	164
Uji 2 .....	165
Uji 3 .....	166
<b>b. Pengujian Daya dan Torsi pada Sepeda Motor FI menggunakan ECU Programmable (ignition timing 3°BTDC injector timing 355°ATDC) dengan bahan bakar Pertamina Turbo</b>	
Uji 1 .....	167
Uji 2 .....	168
Uji 3 .....	169
<b>c. Pengujian Daya dan Torsi pada Sepeda Motor FI menggunakan ECU Programmable (ignition timing 3°BTDC injector timing 355°ATDC) dengan bahan bakar Gasohol E30</b>	
Uji 1 .....	170
Uji 2 .....	171
Uji 3 .....	172
<b>d. Pengujian Daya dan Torsi pada Sepeda Motor FI menggunakan ECU Programmable (ignition timing 7°BTDC injector timing 355°ATDC) dengan bahan bakar Gasohol E10</b>	
Uji 1 .....	173

Uji 2 .....	174
Uji 3 .....	175
<b>e. Pengujian Daya dan Torsi pada Sepeda Motor FI menggunakan ECU Programmable (ignition timing 3°BTDC injector timing 350°ATDC) dengan bahan bakar Gasohol E10</b>	
Uji 1 .....	176
Uji 2 .....	177
Uji 3 .....	178
<b>f. Pengujian Daya dan Torsi pada Sepeda Motor FI menggunakan ECU Programmable (ignition timing 7°BTDC injector timing 355°ATDC) dengan bahan bakar Gasohol E10</b>	
Uji 1 .....	179
Uji 2 .....	180
Uji 3 .....	181
<b>g. Grafik</b>	
Grafik Daya .....	182
Grafik Torsi .....	183

### **Lampiran 3. Data ECU Programmable**

#### **Data Perlakuan ECU Programmable**

a. ECU Programmable IG.3 IN.5(ignition timing 3°BTDC dan injector timing 355°ATDC). .....	184
b. ECU Programmable IG.3 IN.5(ignition timing 7°BTDC dan injector	

<i>timing 355°ATDC).</i> .....	186
c. ECU <i>Programmable IG.3 IN.5(ignition timing 3°BTDC dan injector timing 350°ATDC).</i> .....	188
d. ECU <i>Programmable IG.3 IN.5(ignition timing 3°BTDC dan injector timing 350°ATDC).</i> .....	190

**Data Live Saat Uji Emisi Gas Buang**

a. Menggunakan Pertamina Turbo .....	192
b. Menggunakan Gasohol E10 .....	194
c. Menggunakan Gasohol E30 .....	198

**Data Live Saat Uji Emisi Gas Buang**

a. P. Turbo IG.3 IN.5 .....	202
b. E30 IG.3 IN.5 .....	204
c. E10 IG.7 IN.5 .....	206
d. E10 IG.3 IN.10 .....	208
e. E10 IG.7 IN.10 .....	210

**Lampiran 4. Perhitungan Standar Deviasi**

<b>Rumus Standar Deviasi.....</b>	<b>212</b>
-----------------------------------	------------

<b>Contoh Langkah Perhitungan.....</b>	<b>212</b>
--	------------

**Emisi Gas Buang**

a. Standar Deviasi Emisi Gas Buang ECU Standar .....	213
b. Standar Deviasi Emisi Gas Buang ECU <i>Programmable ignition timing 3°BTDC injector timing 355°ATDC</i> .....	215

c. Standar Deviasi Emisi Gas Buang ECU <i>Programmable ignition timing</i> <i>7°BTDC injector timing 355°ATDC</i> .....	216
d. Standar Deviasi Emisi Gas Buang ECU <i>Programmable ignition timing</i> <i>3°BTDC injector timing 350°ATDC</i> .....	217
e. Standar Deviasi Emisi Gas Buang ECU <i>Programmable ignition timing</i> <i>7°BTDC injector timing 350°ATDC</i> .....	218

### **Daya dan Torsi**

a. Standar Deviasi Daya.....	219
b. Standar Deviasi Torsi.....	219

### **Lampiran 5. Data Uji Statistik (uji t)**

<b>Tabel Distribusi Uji t.....</b>	<b>220</b>
------------------------------------	------------

<b>Rumus Uji t .....</b>	<b>221</b>
--------------------------	------------

<b>Contoh Langkah Perhitungan.....</b>	<b>221</b>
--	------------

### **Data Perhitungan Uji Statistik (uji )**

a. Uji t Kadar CO .....	222
b. Uji t Kadar CO <sub>2</sub> .....	223
c. Uji t Kadar HC .....	224
d. Uji t Kadar O <sub>2</sub> .....	225
e. Uji t Nilai <i>Air Fuel Ratio</i> .....	226
f. Uji t Nilai <i>Lambda</i> .....	227
g. Uji t Nilai Daya.....	228
h. Uji t Nilai Torsi.....	228

**Lampiran 6. Izin Melakukan Penelitian**

**Pengujian Emisi Gas Buang .....229**

**Pengujian Daya dan Torsi .....230**

**Lampiran 7. Dokumentasi**

**Pengujian Emisi Gas Buang .....231**

**Pengujian Daya dan Torsi .....236**

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang Masalah

Dunia otomotif saat ini sungguh sarat mengalami perkembangan teknologi, dimana hal inilah yang memicu para produsen otomotif bersaing dalam pembaruan inovasi guna mempermudah aktifitas manusia, khususnya pada kendaraan bermotor yang siap untuk dipasarkan. Teknologi tersebut diupayakan untuk memenuhi permintaan yang pasar inginkan seperti ramah lingkungan, aman, dan nyaman untuk dikendarai, maka untuk memenuhi permintaan tersebut para produsen otomotif menciptakan sebuah teknologi dengan sistem bahan bakar injeksi yang diistilahkan dengan sistem EFI (*Electronic Fuel Injection*) dimana pada teknologi ini diatur secara otomatis oleh sebuah pengontrol elektronik yang disebut dengan ECU (*Electronic Control Unit*).

Dikutip dari jurnal yang *publish* oleh Aziz (2016:19), ECU adalah sebuah papan elektronik yang dilengkapi oleh komponen- komponen elektronika dimana fungsinya yaitu untuk mengontrol berbagai sistem yaitu sistem bahan bakar, sistem pengapain, sistem pendinginan, dan sistem kelistrikan pada kendaraan EFI. Penyetelan ECU inilah yang berperan aktif untuk meningkatkan performa kendaraan. Kendaraan EFI menggunakan teknologi sistem penginjeksian, dimana teknologi injeksi ini bekerja dengan cara mengabutkan bahan bakar bertekanan dari tangki yang dipompakan dan diperintahkan oleh ECU dengan input sinyal dari sensor – sensor, maka hasil



pengabutan oleh *injector* di dalam ruang bakar menjadi lebih sempurna karena pencampuran antara bahan bakar dengan udara telah sesuai dengan kondisi yang dibutuhkan oleh mesin, sehingga sensor – sensor, maka hasil pengabutan yang dikabutkan oleh *injector* di dalam ruang bakar menjadi lebih sempurna karena pencampuran antara bahan bakar dengan udara telah sesuai dengan kondisi yang dibutuhkan oleh mesin, sehingga hasil dari pembakaran campuran bahan bakar dan udara tidak terbuang sia-sia dan dapat menghemat dari bahan bakar itu sendiri. Para produsen kendaraan bermotor bukan saja berlomba dalam mengeluarkan produk terbarunya, tetapi mereka juga berlomba dalam mengeluarkan *spareparts* yang sudah dimodifikasi gunanya untuk meningkatkan performa dari kendaraan itu sendiri, sehingga para pengguna kendaraan merasa puas terhadap performa kendaraannya.

Modifikasi pada ECU dilakukan khususnya untuk mesin-mesin yang penggunaan produknya sudah lewat (+-5 tahun), atau adanya hal-hal lain seperti keinginan si pemilik kendaraan untuk meningkatkan performa yang lebih baik dari performa standar pabrikan itu sendiri atau karena kendaraan akan digunakan untuk kondisi dan situasi tertentu, misalnya pada saat balapan. Modifikasi ECU digunakan untuk melengkapi dari kelemahan ECU Standar pabrik yang tidak dapat digunakan untuk meningkatkan performa sepeda motor dikarenakan dibatasi oleh sistem pengaturan dari pabriknya yang tidak dapat diubah-ubah pengaturannya. Maka untuk melengkapi kelemahan dari penggunaan ECU Standar pabrik bisa dicarikan alternatif lain dengan menggunakan ECU *Programmable* untuk peningkatan performa pada sepeda

motor itu sendiri.

Ada beberapa cara untuk memperoleh pembakaran yang sempurna pada kendaraan sepeda motor diantaranya adalah mengontrol jumlah bahan bakar ke dalam mesin sehingga bahan bakar dapat diatur sesuai dengan kebutuhan mesin sepeda motor dan mengontrol proses pembakaran dengan *timing advance* pengapian yang tepat sehingga seluruh campuran bahan bakar dengan udara terbakar sempurna. ECU bekerja secara *digital logic* dengan sebuah *micro controller* yang berfungsi mengolah data dengan proses membandingkan dan mengkalkulasi data untuk disesuaikan dengan kebutuhan mesin. Pengolahan data dari berbagai sensor-sensor yaitu *throttle position sensor (TPS)*, *Engine Oil Temperature (EOT)*, *Oxygen Sensor (O<sub>2</sub>)*, *Crank Position Sensor (CKP)*.

Berbagai cara untuk mengurangi kadar emisi pada kendaraan dengan melakukan modifikasi baik pada engine, sistem pemasukan udara (*Air Induction system*), sistem bahan bakar (*Fuel System*) hingga sistem pengapian untuk proses pembakaran. Untuk dapat melakukan hal tersebut, maka diperlukan sistem ECU yang dapat di program ulang (*Programmable*), sehingga berbagai macam sistem yang ada pada kendaraan injeksi dapat diprogram sesuai dengan kebutuhan. Salah satu jenis ECU yang dapat diprogram ulang yang sudah tersebar di pasar *aftermarket* adalah ECU dengan jenis *Programmable* dengan menggunakan ECU jenis ini dimungkinkan untuk melakukan pemrograman ulang pada sistem injeksi kendaraan.

Pada penelitian ini pemrograman ulang yang akan dilakukan yaitu pada sistem pengontrolan saat pengapian pada busi dan sistem pengontrolan saat

penginjeksian oleh injektor, dengan tujuan untuk melihat bagaimana perubahan daya, torsi dan emisi gas buang dari kendaraan itu sendiri. Maka untuk melakukan pengontrolan tersebut perlu dilakukan perubahan saat pengapian (*ignition timing*) pada busi, saat penginjeksian (*injector timing*) dan durasi injeksi dari *injector* menggunakan ECU *Programmable* pada sepeda motor FI.

Dari latar belakang diatas maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “**Analisis Emisi Gas Buang, Daya Dan Torsi Pada Sepeda Motor FI Dengan Variasi Saat Pengapian, Saat penginjeksian Dan Jenis Bahan Bakar**”.

## **B. Identifikasi masalah**

Dengan adanya permasalahan di atas, dapat diidentifikasi masalah tersebut yaitu:

1. Pada ECU sepeda motor FI standar dari pabrik bahwasanya tidak dapat diprogram kembali untuk meningkatkan performa sepeda motor karena dibatasi oleh sistem pengaturannya yang tidak dapat dilakukan pemrograman ulang.
2. Bagaimana analisis hasil yang diperoleh dari hasil uji emisi gas buang , daya dan torsi pada sepeda motor FI yang di pengaruhi dengan variasi saat pengapian, saat penginjeksian dan durasi injeksi bahan bakar menggunakan ECU *Programmable*.

### **C. Batasan Masalah**

Untuk lebih terarahnya penelitian ini, dibatasi permasalahan ini yaitu pada analisis emisi gas buang daya dan torsi pada sepeda motor FI dengan variasi saat pengapian, saat penginjeksian dan jenis bahan bakar menggunakan ECU *Programmable*.

### **D. Rumusan Masalah**

Dengan adanya latar belakang, identifikasi masalah, batasan masalah diatas, dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Analisis emisi gas buang pada sepeda motor FI dengan variasi saat pengapian saat penginjeksian dan jenis bahan bakar menggunakan ECU *Programmable*.
2. Analisis daya pada sepeda motor FI dengan variasi saat pengapian saat penginjeksian dan jenis bahan bakar menggunakan ECU *Programmable*.
3. Analisis torsi pada sepeda motor FI dengan variasi saat pengapian saat penginjeksian dan jenis bahan bakar menggunakan ECU *Programmable*.

### **E. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian

1. Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui analisis emisi gas buang pada sepeda motor FI dengan variasi saat pengapian, saat penginjeksian dan jenis bahan bakar menggunakan ECU *Programmable*.
2. Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui analisis daya pada sepeda motor FI dengan variasi saat pengapian, saat penginjeksian dan jenis bahan bakar menggunakan ECU *Programmable*.

3. Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui analisis torsi pada sepeda motor FI dengan variasi saat pengapian dan saat penginjeksian dan jenis bahan bakar menggunakan ECU *Programmable*.

#### **F. Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini sebagai berikut:

1. Persyaratan untuk menyelesaikan mata kuliah skripsi dan juga sebagai syarat untuk mendapat gelar sarjana .
2. Memberitahukan kepada pembaca tentang bagaimana analisis emisi gas buang pada sepeda motor FI dengan variasi saat pengapian, saat penginjeksian dan jenis bahan bakar menggunakan ECU *Programmable*.
3. Memberitahukan kepada pembaca tentang bagaimana analisis daya pada sepeda motor FI dengan variasi saat pengapian, saat penginjeksian dan jenis bahan bakar menggunakan ECU *Programmable*.
4. Memberitahukan kepada pembaca tentang bagaimana analisis torsi pada sepeda motor sepeda motor FI dengan variasi saat pengapian, saat penginjeksian dan jenis bahan bakar menggunakan ECU *Programmable*.