

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**PERUBAHAN CO YANG BERAKIBAT TERHADAP BATAS  
NYALA PADA MESIN AVANZA 1300 cc**

**Diajukan Guna Memenuhi Syarat Kelulusan Mata Kuliah Tugas Akhir Pada  
Program Sarjana Strata Satu (S1)**



**Disusun Oleh :**

Nama : Adfien Murdani

NIM : 41311110010

Program Studi : Teknik Mesin

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MERCU BUANA**

**JAKARTA**

**2015**

## LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Adfien Murdani

N.I.M : 41311110010

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Skripsi : Perubahan CO Yang Berakibat Terhadap Batas Nyala Pada  
Mesin Avanza 1300 cc

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Penulis,

  
[ Adfien Murdani ]

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PERUBAHAN CO YANG BERAKIBAT TERHADAP BATAS  
NYALA PADA MESIN AVANZA 1300 cc**



Nama : Adfien Murdani

NIM : 41311110010

Program Studi : Teknik Mesin

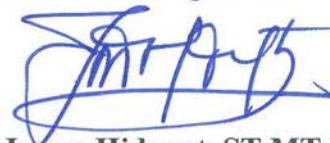
Pembimbing



[ Hadi Pranoto, ST.MT ]

Mengetahui,

Koordinator Tugas Akhir



[ Imam Hidayat, ST.MT ]

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Yang Maha Esa atas terselesainya Tugas Akhir yang berjudul **Perubahan CO Yang Berakibat Terhadap Batas Nyala Pada Mesin Avanza 1300 cc**. Adapun penulisan Tugas Akhir ini disertai dengan tujuan memenuhi persyaratan untuk mendapatkan gelar sarjana dari Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.

Terwujudnya Tugas Akhir ini tentunya tidak mungkin terlepas dari bantuan dan jasa dari berbagai pihak. Maka dari itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr.Ir.Arissetyanto Nugroho MM selaku Rektor Universitas Mercu Buana
2. Bapak Prof.Dr Candrasa Soekardi selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Mercu Buana.
3. Bapak Dr. Ing. Darwin Sebayang, sebagai Kepala Program Studi Teknik Mesin.
4. Bapak Hadi Pranoto, ST.MT., sebagai dosen pembimbing yang mendidik dan menginspirasi penulis.
5. Bapak Imam Hidayat, ST.MT., sebagai koordinator Tugas Akhir.
6. Ibu dan Kakak tersayang, Sumiyem dan Ani, terima kasih atas kasih sayangnya yang tidak terbatas.
7. Istri dan Putri tercinta, Rena dan Bening, terima kasih atas dukungan dan semangatnya yang tidak terkira.
8. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Mesin Universitas Mercu Buana yang telah memberi ilmunya yang tidak terbatas.

9. Bapak Jahya, Bapak Azis dan Bapak Haryadi sebagai Manager dan Kepala Bengkel di PT. Sarana Mandala Utama yang telah membantu penulis saat pengujian di lapangan.
10. Teman-teman mekanik PT. Sarana Mandala Utama, yang telah bersedia membantu penulis dalam melakukan penelitian Tugas Akhir.
11. Teman-teman mahasiswa, angkatan 19 Teknik Mesin yang telah memberi dukungan, semangat, dan doa atas kelancaran Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa hasil studi dan analisa yang penulis tuangkan dalam Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Untuk itu, atas nama ilmu pengetahuan dan demi perbaikan tulisan ilmiah penulis pada kesempatan mendatang, penulis mengharapkan saran dari berbagai pihak.

Jakarta, Juli 2015

[ Adfien Murdani ]



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</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>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GRAFIK</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang Masalah .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Batasan Masalah .....	2
1.4. Tujuan Penelitian .....	2
1.5. Metodologi Penelitian .....	3
1.6. Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II DASAR TEORI</b> .....	<b>5</b>

2.1. Dasar Kerja Motor Empat Langkah .....	5
2.2. Batas Nyala ( <i>Flameability Limit</i> ) .....	9
2.2.1. Diagram Nyala Api .....	10
2.2.2. Pengaruh Tekanan dan Geometri Terhadap Batas Nyala.....	11
2.2.3. Perhitungan Batas Nyala Suatu Campuran .....	13
2.3. Tekanan Terhadap Volume Silinder .....	13
2.3.1. Volume Silinder .....	15
2.3.2. Perbandingan Kompresi .....	16
2.3.3. Efisiensi Volumetrik Silinder .....	16
2.4. Pengaturan Kerja Katup Isap dan Katup Buang .....	17
2.5. Dasar Sistem Injeksi Bahan Bakar .....	19
2.5.1. Sistem Dasar EFI ( <i>Electronic Fuel Injection</i> ) .....	21
2.5.2. Komponen Dasar EFI .....	21
2.5.3. Keunggulan Sistem EFI .....	23
2.5.4. Aliran Bahan Bakar Sistem EFI .....	24
2.5.5. Sistem Kontrol EFI .....	26
2.6. Dasar Pengapian Mesin .....	28
2.6.1. Sistem Pengapian Elektronik .....	30
2.7. Emisi Gas Buang .....	31
2.7.1. Emisi Senyawa Hidrokarbon .....	31
2.7.2. Emisi Karbon Monoksida .....	33
2.7.3. Emisi Karbon Dioksida .....	34
2.7.4. Emisi Oksigen .....	34
2.7.5. Emisi Senyawa NOx .....	35

<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>41</b>
3.1. Diagram Alur Penelitian .....	41
3.2. Peralatan Pengujian .....	45
3.3. Kondisi Pengujian .....	47
3.4. Metode Pengujian .....	47
3.5. Ajustment atau Tune Up .....	50
3.6. Hasil Pengujian .....	54
<b>BAB IV PENGUMPULAN DAN PERHITUNGAN DATA.....</b>	<b>55</b>
4.1. Data Hasil Pengujian Emisi Gas Buang Pada Kendaraan .....	55
4.1.1. Data Mesin Dalam Kondisi Idle .....	57
4.1.2. Data Mesin Dalam kondisi 950 Rpm .....	58
4.2. Menentukan Flameability Limit Pada Hasil Uji .....	60
4.2.1. Rumus Batas Nyala.....	60
4.2.2. Proses Kimia Pada Proses <i>Flame</i> .....	60
4.3. Perhitungan Data .....	61
4.3.1. Perhitungan Batas Nyala Saat Mesin Dalam Kondisi Idle .....	61
4.3.2. Perhitungan Batas Nyala Saat Mesin di 950 Rpm .....	69
4.4. Perbandingan Hasil Perhitungan .....	78
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>80</b>
5.1. Kesimpulan .....	80
5.2. Saran .....	81
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>82</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>84</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Prinsip Kerja Motor Empat Langkah.....	9
Gambar 2.2 Diagram Nyala Api CH <sub>4</sub> , O <sub>2</sub> dan N <sub>2</sub> pada 1atm 26 °C .....	10
Gambar 2.3 Diagram Batas Nyala dari Volume H <sub>2</sub> , CO dan CH <sub>4</sub> di Udara dengan berbagai variasi CO <sub>2</sub> dan N <sub>2</sub> .....	11
Gambar 2.4 Diagram Batas Nyala dari Volume dari C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> , dan C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> di udara dengan Berbagai Variasi CO <sub>2</sub> dan N <sub>2</sub> .....	12
Gambar 2.5 Diagram Batas Nyala dari Volume CH <sub>4</sub> , CO, dan H <sub>2</sub> , di udara di kombinasikan dengan H <sub>2</sub> O, C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> , dan C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> dengan Berbagai Variasi CO <sub>2</sub> dan N <sub>2</sub> .....	12
Gambar 2.6 Diagram Tekanan Terhadap Volume Langkah Piston .....	14
Gambar 2.7 Diagram Kerja Mekanik Katup .....	18
Gambar 2.8 Skema Sistem EFI (Electronic Fuel Injection).....	20
Gambar 2.9 Skema dasar mesin EFI .....	21
Gambar 2.10 Rangkaian Pengapian .....	29
Gambar 3.1 Skema Alur Penelitian .....	44
Gambar 3.2 Kendaraan Uji Mobil Avanza 2011 .....	45
Gambar 3.3 Alat Uji Emisi Gas Buang .....	46
Gambar 3.4 Kondisi Pengujian .....	47
Gambar 3.5 Kondisi Odometer Pengujian kondisi idle .....	48

Gambar 3.6 Kondisi Odometer Pengujian di 950 Rpm .....	49
Gambar 3.7 Pengujian Emisi terhadap Nilai Parameter Gas Buang .....	49
Gambar 3.8 Posisi Probe saat Pengujian .....	50
Gambar 3.9 Pembersihan Throttle Body Kendaraan Uji .....	51
Gambar 3.10 Perawatan Gap Busi Pada Kendaraan Uji .....	52
Gambar 3.11 Pembersihan Air Filter Kendaraan Uji .....	53



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Analisis Hasil Kombinasi Kadar Emisi Gas Buang .....	39
Tabel 3.1 Spesifikasi Kendaraan Avanza Tahun 2011 .....	45
Tabel 3.2 Spesifikasi Emission Gas Analyser .....	46
Tabel 3.3 Data Hasil Pengujian Emisi Gas Buang .....	54
Tabel 4.1 Data Pengujian Emisi Gas Buang dan Ambang Batas Nilai Ideal .....	55
Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian Kondisi Idle .....	57
Tabel 4.3 Data Hasil Pengujian Kondisi di 950 rpm .....	58
Tabel 4.4 Nilai Parameter Hasil Pembakaran .....	61
Tabel 4.5 Nilai Parameter Hasil Pengujian 1 Kondisi Idle .....	61
Tabel 4.6 Nilai Parameter Hasil Pengujian 2 Kondisi Idle .....	64
Tabel 4.7 Nilai Parameter Hasil Pengujian 3 Kondisi Idle .....	67
Tabel 4.8 Nilai Parameter Hasil Pengujian 1 Kondisi 950 rpm .....	69
Tabel 4.9 Nilai Parameter Hasil Pengujian 2 Kondisi 950 rpm .....	72
Tabel 4.10 Nilai Parameter Hasil Pengujian 2 Kondisi 950 rpm .....	75
Tabel 4.11 Nilai Batas Nyala serta Total Nilai Rata-rata .....	79

## DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Hasil Pengujian Emisi Gas Buang Terhadap Nilai Ambang Batas ideal .....	56
Grafik 4.2 Pengujian Emisi Gas Buang HC terhadap ambang batas ideal .....	56
Grafik 4.3 Pengujian 1 Nilai CO terhadap Ambang Batas Ideal.....	57
Grafik 4.4 Pengujian 2 Nilai CO <sub>2</sub> terhadap Ambang Batas Ideal .....	58
Grafik 4.5 Pengujian 1 Nilai CO terhadap Ambang Batas Ideal.....	59
Grafik 4.6 Pengujian 2 Nilai CO <sub>2</sub> terhadap Ambang Batas Ideal .....	59
Grafik 4.7 Komposisi Bahan Bakar Pengujian 1 Kondisi Idle.....	63
Grafik 4.8 Komposisi Bahan Bakar Pengujian 2 Kondisi Idle.....	65
Grafik 4.9 Komposisi Bahan Bakar Pengujian 3 Kondisi Idle.....	68
Grafik 4.10 Komposisi Bahan Bakar Pengujian 1 Kondisi 950 rpm.....	71
Grafik 4.11 Komposisi Bahan Bakar Pengujian 2 Kondisi 950 rpm.....	73
Grafik 4.12 Komposisi Bahan Bakar Pengujian 3 Kondisi 950 rpm.....	76
Grafik 4.13 Perbandingan Komposisi Bahan Bakar Dari 2 Pengujian .....	78
Grafik 4.14 Perbandingan Batas Nyala Dari 2 Pengujian .....	79

## DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan
CO	Karbon Monoksida
CO <sub>2</sub>	Karbon Dioksida
HC	Hidro Karbon
O <sub>2</sub>	Oksigen
$\lambda$	Lambda
H <sub>2</sub>	Hidrogen
CH <sub>4</sub>	Metana
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	Etana
N <sub>2</sub>	Nitrogen
Rpm	Revolusi per menit
ppm	Part per milion
UFL	Upper Flamebility Limit
LFL	Lower Flamebility Limit
cc	Centimeter cubic