

# **SKRIPSI**

## **PENGARUH VARIASI CELAH BUSI TERHADAP EMISI GAS BUANG PADA MESIN TIPE K3-DE**

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Sarjana Teknik Mesin dan mencapai gelar Sarjana Teknik



**PRORAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER  
2019**

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH VARIASI CELAH BUSI TERHADAP EMISI GAS BUANG  
PADA MOTOR BAKAR 4 LANGKAH

Disusun Oleh:

AGUNG ELVAN ENGGAR PRADANA

NIM: 1510642007

Telah di pertahankan di depan dewan penguji

Pada Tanggal 30 Juli 2019, 13.00 WIB s/d selesai

Disetujui Oleh:

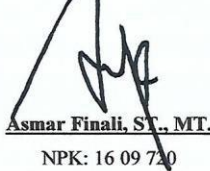
Dosen Pembimbing I



Nely Ana Mufarida, ST., MT

NIP: 19770422 2005 01 2 002

Dosen Pembimbing II



Asmar Finali, ST., MT.

NPK: 16 09 730

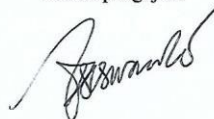
Dosen penguji I



Kosioko, ST., MT.

NPK: 05 09 479

Dosen penguji II




Edi Siswanto, ST., M.MT.


NPK: 16 09 720

Skripsi Ini Diterima sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

  
Ir. Suhartinah, MT  
NPK: 95 05 246

Ketua Program Studi Teknik Mesin

  
Nely Ana Mufarida, ST., MT  
NIP: 19770422 2005 01 2 002

## SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Agung Elvan Enggar Pradana

NIM : 1510642007

Fakultas : Teknik

Prodi : Mesin

Dengan ini saya menyatakan, bahwa dalam skripsi ini yang berjudul **PENGARUH VARIASI CELAH BUSI TERHADAP EMISI GAS BUANG PADA MESIN TIPE K3-DE**, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan pada suatu perguruan tinggi, dan saya menyatakan yang sebenarnya bahwa karya ini ditulis hasil dari pemikiran sendiri, juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Jember, 29 Juli 2019



Agung Elvan Enggar Pradana

## KATA PENGANTAR

Segala puji syukur peneliti panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga peneliti dapat menyelesaikan Proposal

Tugas akhir ini dengan judul “PENGARUH VARIASI CELAH BUSI TERHADAP EMISI GAS BUANG PADA MESIN TIPE K3-DE” dengan baik. Sholawat serta salam peneliti curahkan kepada Nabi Muhammad SAW. pada kesempatan ini peneliti ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ir. Suhartinah, MT. , selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember.
2. Ibu Nelly Ana Mufarida, ST., MT. , selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Jember.
3. Ibu Nely Ana Mufarida, ST.MT. , selaku dosen pembimbing I yang dengan kesabaran memberikan petunjuk, bimbingan dan arahan.
4. Asmar Finali, ST., MT. selaku pembimbing II yang memberikan petunjuk, bimbingan dan arahan.
5. Teman-teman yang selalu memberikan semangat dan doanya untukku.

Semoga Allah SWT memberikan balasan atas jasa-jasa beliau yang telah membantu dan membimbing peneliti dalam menyelesaikan Proposal Tugas akhir ini. Penyusun menyadari bawa skripsi ini masih jauh dari sempurna, maka kritik dan saran yang membangun sangat kami harapkan. Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini memberikan manfaat dan tambahan ilmu bagi pembaca.

Penyusun,

Agung Elvan Enggar Pradana

## DAFTAR ISI

Halaman

|                                  |            |
|----------------------------------|------------|
| <b>HALAMAN JUDUL .....</b>       | <b>ii</b>  |
| <b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b> | <b>iii</b> |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>  | <b>iv</b>  |
| <b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b> | <b>v</b>   |

|                                       |              |
|---------------------------------------|--------------|
| <b>HALAMAN MOTTO.....</b>             | <b>vi</b>    |
| <b>ABSTRAK .....</b>                  | <b>vii</b>   |
| <b>SURAT PERNYATAAN SKRIPSI .....</b> | <b>viii</b>  |
| <b>KATA PENGANTAR .....</b>           | <b>ix</b>    |
| <b>DAFTAR ISI .....</b>               | <b>x</b>     |
| <b>DAFTAR TABEL.....</b>              | <b>xiv</b>   |
| <b>DAFTAR GAMBAR .....</b>            | <b>xv</b>    |
| <b>DAFTAR LAMBANG .....</b>           | <b>xviii</b> |

|              |                             |          |
|--------------|-----------------------------|----------|
| <b>BAB I</b> | <b>PENDAHULUAN .....</b>    | <b>1</b> |
|              | 1.1 Latar Belakang .....    | 1        |
|              | 1.2 Rumusan Masalah .....   | 3        |
|              | 1.3 Tujuan Penelitian ..... | 3        |
|              | 1.4 Batasan Masalah.....    | 3        |
|              | 1.5 Manfaat Penelitian..... | 4        |

**BAB II TINJAUAN PUSTAKA ..... 5**

2.1 Pengertian Mesin Bensin ..... 5

2.2 Mesin Bensin 4 Langkah ..... 6

2.3 Sistem *Electronic Fuel Injection (EFI)* ..... 9

2.4 Sejarah Perkembangan *Electronic Fuel Injection (EFI)* ..... 10

2.5 Komponen Sensor Pada Mesin K3-DE ..... 10

2.6 Komponen Aktuator Pada Mesin K3-DE ..... 14

2.7 *Catalytic Converter* ..... 17

2.8 *Electronic Control Unit* ..... 17

2.9 Komposisi Emisi Gas Buang ..... 17

2.10 Gas Buang kendaraan Bermotor ..... 18

2.11 Dampak dan Akibat Emisi Gas Buang ..... 23

2.12 Sistem Pembuangan ..... 28

2.13 *Gas Analyzer* ..... 28

2.14 Kode Busi ..... 29

2.15 Kode Busi ..... 29

**BAB III METODE PENELITIAN ..... 30**

3.1 Tempat Penelitian ..... 30

3.2 Alat dan Bahan ..... 30

3.2.1 Peralatan Untuk Pengujian .....30

3.2.2 Bahan yang akan digunakan.....31

3.3 Prosedur Penelitian ..... 31

3.3.1 Persiapan Pengujian ..... 31

3.3.2 Proses Pengujian ..... 31

|                                    |           |
|------------------------------------|-----------|
| 3.4 Jumlah Pengujian .....         | 33        |
| 3.5 Analisis Data .....            | 34        |
| 3.6 Diagram alir penelitian.....   | 35        |
| <b>BAB IV     PEMBAHASAN .....</b> | <b>36</b> |

|  |    |
|--|----|
| 4.1 Hasil Pengujian Emisi Gas Buang Celah Busi 0,9mm ..... | 36 |
|--|----|

|  |    |
|--|----|
| 4.1.1 Hasil Pengujian Celah Busi 0,9mm Pada 2000 RPM ... | 36 |
|--|----|

|  |    |
|--|----|
| 4.1.2 Hasil Pengujian Celah Busi 0,9mm Pada 3000 RPM ... | 39 |
|--|----|

|  |    |
|--|----|
| 4.1.3 Hasil Pengujian Celah Busi 0,9mm Pada 4000 RPM ... | 42 |
|--|----|

|  |    |
|--|----|
| 4.1.4 Hasil Pengujian Celah Busi 0,9mm Pada 2000 RPM ... | 45 |
|--|----|

|  |    |
|--|----|
| 4.2 Hasil Pengujian Emisi Gas Buang Celah Busi 1,1mm ..... | 48 |
|--|----|

|  |    |
|--|----|
| 4.2.1 Hasil Pengujian Celah Busi 1,1mm Pada 2000 RPM ... | 48 |
|--|----|

|  |    |
|--|----|
| 4.2.2 Hasil Pengujian Celah Busi 1,1mm Pada 3000 RPM ... | 51 |
|--|----|

|  |    |
|--|----|
| 4.2.3 Hasil Pengujian Celah Busi 1,1mm Pada 4000 RPM ... | 54 |
|--|----|

|  |    |
|--|----|
| 4.2.4 Hasil Pengujian Celah Busi 1,1mm Pada 2000 RPM ... | 57 |
|--|----|

|  |    |
|--|----|
| 4.3 Hasil Pengujian Emisi Gas Buang Celah Busi 1,1mm ..... | 60 |
|--|----|

|  |    |
|--|----|
| 4.3.1 Hasil Pengujian Celah Busi 1,3mm Pada 2000 RPM ... | 60 |
|--|----|

|  |    |
|--|----|
| 4.3.2 Hasil Pengujian Celah Busi 1,3mm Pada 3000 RPM ... | 63 |
|--|----|

|  |    |
|--|----|
| 4.3.3 Hasil Pengujian Celah Busi 1,3mm Pada 4000 RPM ... | 66 |
|--|----|

|  |    |
|--|----|
| 4.3.4 Hasil Pengujian Celah Busi 1,3mm Pada 2000 RPM ... | 69 |
|--|----|

|  |    |
|--|----|
| 4.4 Perbandingan Emisi Gas Buang ..... | 72 |
|--|----|

## **BAB V     PENUTUP 74**

|                      |    |
|----------------------|----|
| 5.1 Kesimpulan ..... | 74 |
|----------------------|----|

|                 |    |
|-----------------|----|
| 5.2 Saran ..... | 74 |
|-----------------|----|

|                             |           |
|-----------------------------|-----------|
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b> | <b>75</b> |
|-----------------------------|-----------|

|                       |           |
|-----------------------|-----------|
| <b>LAMPIRAN .....</b> | <b>76</b> |
|-----------------------|-----------|

**DAFTAR TABEL**

**Halaman**

|   |    |
|---|----|
| Tabel 3.1 Jumlah Pengujian .....  | 33 |
| Tabel 4.1 Hasil pengujian emisi gas buang celah busi 0,9mm 2000RPM .....  | 36 |
| Tabel 4.2 Hasil pengujian emisi gas buang celah busi 0,9mm 3000RPM .....  | 39 |
| Tabel 4.3 Hasil pengujian emisi gas buang celah busi 0,9mm 4000RPM .....  | 42 |
| Tabel 4.4 Hasil pengujian emisi gas buang celah busi 0,9mm 5000RPM .....  | 45 |
| Tabel 4.5 Hasil pengujian emisi gas buang celah busi 1,1mm 2000RPM .....  | 48 |
| Tabel 4.6 Hasil pengujian emisi gas buang celah busi 1,1mm 3000RPM .....  | 51 |
| Tabel 4.7 Hasil pengujian emisi gas buang celah busi 1,1mm 4000RPM .....  | 54 |
| Tabel 4.8 Hasil pengujian emisi gas buang celah busi 1,1mm 5000RPM .....  | 57 |
| Tabel 4.9 Hasil pengujian emisi gas buang celah busi 1,3mm 2000RPM .....  | 60 |
| Tabel 4.10 Hasil pengujian emisi gas buang celah busi 1,3mm 3000RPM ..... | 63 |
| Tabel 4.11 Hasil pengujian emisi gas buang celah busi 1,3mm 4000RPM ..... | 66 |
| Tabel 4.12 Hasil pengujian emisi gas buang celah busi 1,3mm 5000RPM ..... | 69 |
| Tabel 4.13 Perbandingan Rata-Rata Emisi Gas Buang .....                   | 72 |

**DAFTAR GAMBAR**

**Halaman**

|  |    |
|--|----|
| Gambar 2.1 Siklus Pembakaran .....               | 6  |
| Gambar 2.2 Langkah Hisap.....                    | 7  |
| Gambar 2.3 Langkah Kompresi .....                | 7  |
| Gambar 2.4 Langkah Pembakaran .....              | 8  |
| Gambar 2.5 Langkah Buang .....                   | 9  |
| Gambar 2.6 <i>Pressure Intake Manifold</i> ..... | 10 |



|  |    |
|--|----|
| Gambar 2.7 <i>Water Temperature Sensor</i> .....                       | 11 |
| Gambar 2.8 <i>Intake Air Temperature Sensor</i> .....                  | 11 |
| Gambar 2.9 <i>Throttle Position Sensor</i> .....                       | 12 |
| Gambar 2.10 <i>Oxygen Sensor</i> .....                                 | 12 |
| Gambar 2.11 <i>Knock Sensor</i> .....                                  | 13 |
| Gambar 2.12 <i>Cam Angel Sensor</i> .....                              | 13 |
| Gambar 2.13 <i>Crank Angel Sensor</i> .....                            | 14 |
| Gambar 2.14 <i>Throttle Valve</i> .....                                | 15 |
| Gambar 2.15 <i>Idle Speed Control Valve</i> .....                      | 15 |
| Gambar 2.16 <i>Injector</i> .....                                      | 15 |
| Gambar 2.17 <i>Ignition Coil</i> .....                                 | 16 |
| Gambar 2.18 Busi .....   | 16 |
| Gambar 2.19 Struktur Karbon Monoksida .....                            | 19 |
| Gambar 2.20 Klasifikasi Hidrokarbon .....                              | 20 |
| Gambar 3.1 Pengukuran Celah Busi .....                                 | 32 |
| Gambar 3.2 Diagram Alir .....  | 35 |
| Gambar 4.1 Grafik Pengujian CO dan O2 celah busi 0,9 mm 2000 RPM ..... | 37 |
| Gambar 4.2 Grafik Pengujian CO2 celah busi 0,9 mm 2000 RPM .....       | 37 |
| Gambar 4.3 Grafik Pengujian HC celah busi 0,9 mm 2000 RPM .....        | 38 |
| Gambar 4.4 Grafik Pengujian $\lambda$ celah busi 0,9 mm 2000 RPM ..... | 38 |
| Gambar 4.5 Grafik Pengujian CO dan O2 celah busi 0,9 mm 3000 RPM ..... | 39 |
| Gambar 4.6 Grafik Pengujian CO2 celah busi 0,9 mm 3000 RPM .....       | 40 |
| Gambar 4.7 Grafik Pengujian HC celah busi 0,9 mm 3000 RPM .....        | 40 |
| Gambar 4.8 Grafik Pengujian $\lambda$ celah busi 0,9 mm 3000 RPM ..... | 41 |
| Gambar 4.9 Grafik Pengujian CO dan O2 celah busi 0,9 mm 4000 RPM ..... | 42 |
| Gambar 4.10 Grafik Pengujian CO2 celah busi 0,9 mm 4000 RPM .....      | 43 |
| Gambar 4.11 Grafik Pengujian HC celah busi 0,9 mm 4000 RPM .....       | 43 |
| Gambar 4.12 Grafik Pengujian $\lambda$ celah busi 0,9mm 4000 RPM ..... | 44 |

|   |    |
|---|----|
| Gambar 4.13 Grafik Pengujian CO dan O2 celah busi 0,9 mm 5000 RPM ..... | 45 |
| Gambar 4.14 Grafik Pengujian CO2 celah busi 0,9 mm 5000 RPM .....       | 46 |
| Gambar 4.15 Grafik Pengujian HC celah busi 0,9 mm 5000 RPM .....        | 46 |
| Gambar 4.16 Grafik Pengujian $\lambda$ celah busi 0,9 mm 5000 RPM ..... | 47 |
| Gambar 4.17 Grafik Pengujian CO dan O2 celah busi 1,1 mm 2000 RPM ..... | 46 |
| Gambar 4.18 Grafik Pengujian CO2 celah busi 1,1 mm 2000 RPM .....       | 49 |
| Gambar 4.19 Grafik Pengujian HC celah busi 1,1 mm 2000 RPM .....        | 49 |
| Gambar 4.20 Grafik Pengujian $\lambda$ celah busi 1,1 mm 2000 RPM ..... | 50 |
| Gambar 4.21 Grafik Pengujian CO dan O2 celah busi 1,1 mm 3000 RPM ..... | 51 |
| Gambar 4.22 Grafik Pengujian CO2 celah busi 1,1 mm 3000 RPM .....       | 52 |
| Gambar 4.23 Grafik Pengujian HC celah busi 1,1 mm 3000 RPM .....        | 52 |
| Gambar 4.24 Grafik Pengujian $\lambda$ celah busi 1,1 mm 3000 RPM ..... | 53 |
| Gambar 4.25 Grafik Pengujian CO dan O2 celah busi 1,1 mm 4000 RPM ..... | 54 |
| Gambar 4.26 Grafik Pengujian CO2 celah busi 1,1 mm 4000 RPM .....       | 55 |
| Gambar 4.27 Grafik Pengujian HC celah busi 1,1 mm 4000 RPM .....        | 55 |
| Gambar 4.28 Grafik Pengujian $\lambda$ celah busi 1,1mm 4000 RPM .....  | 56 |
| Gambar 4.29 Grafik Pengujian CO dan O2 celah busi 1,1 mm 5000 RPM ..... | 57 |
| Gambar 4.30 Grafik Pengujian CO2 celah busi 1,1 mm 5000 RPM .....       | 58 |
| Gambar 4.31 Grafik Pengujian HC celah busi 1,1 mm 5000 RPM .....        | 58 |
| Gambar 4.32 Grafik Pengujian $\lambda$ celah busi 1,1 mm 5000 RPM ..... | 59 |
| Gambar 4.33 Grafik Pengujian CO dan O2 celah busi 1,3 mm 2000 RPM ..... | 56 |
| Gambar 4.34 Grafik Pengujian CO2 celah busi 1,3 mm 2000 RPM .....       | 61 |
| Gambar 4.35 Grafik Pengujian HC celah busi 1,3 mm 2000 RPM .....        | 61 |
| Gambar 4.36 Grafik Pengujian $\lambda$ celah busi 1,3 mm 2000 RPM ..... | 62 |

|   |    |
|---|----|
| Gambar 4.37 Grafik Pengujian CO dan O2 celah busi 1,3 mm 3000 RPM ..... | 63 |
| Gambar 4.38 Grafik Pengujian CO2 celah busi 1,3 mm 3000 RPM .....       | 64 |
| Gambar 4.39 Grafik Pengujian HC celah busi 1,3 mm 3000 RPM .....        | 64 |
| Gambar 4.40 Grafik Pengujian $\lambda$ celah busi 1,3 mm 3000 RPM ..... | 65 |
| Gambar 4.41 Grafik Pengujian CO dan O2 celah busi 1,3 mm 4000 RPM ..... | 67 |
| Gambar 4.42 Grafik Pengujian CO2 celah busi 1,3 mm 4000 RPM .....       | 67 |
| Gambar 4.43 Grafik Pengujian HC celah busi 1,3 mm 4000 RPM .....        | 62 |

|   |    |
|---|----|
| Gambar 4.44 Grafik Pengujian $\lambda$ celah busi 1,3mm 4000 RPM .....  | 68 |
| Gambar 4.45 Grafik Pengujian CO dan O2 celah busi 1,3 mm 5000 RPM ..... | 69 |
| Gambar 4.46 Grafik Pengujian CO2 celah busi 1,3 mm 5000 RPM .....       | 70 |
| Gambar 4.47 Grafik Pengujian HC celah busi 1,3 mm 5000 RPM .....        | 70 |
| Gambar 4.48 Grafik Pengujian $\lambda$ celah busi 1,3 mm 5000 RPM ..... | 71 |
| Gambar 4.49 Grafik perbandingan CO dan O2 .....                         | 72 |
| Gambar 4.50 Grafik perbandingan CO2 .....                               | 72 |
| Gambar 4.51 Grafik perbandingan HC .....                                | 73 |
| Gambar 4.52 Grafik perbandingan $\lambda$ .....                         | 73 |

## DAFTAR LAMBANG

RPM = *Revolution Per Minute*

CO = *Carbon Monoxide*

CO<sub>2</sub> = *Carbon Dioxide*

HC = *Hydro Carbon*

O<sub>2</sub> = *Oxigen*

( $\lambda$ ) = *Lambda*

