



**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAKARTA**

**KAJI EKSPERIMENTAL KEKASARAN PERMUKAAN INTAKE  
MANIFOLD TERHADAP PERFORMA DAN EMISI GAS BUANG PADA  
MOTOR BAKAR 4 LANGKAH**

**SKRIPSI**

**Siswadi Aru Widodo**

**0810311021**

**FAKULTAS TEKNIK**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**2014**

## LEMBAR PERSETUJUAN

Telah diperiksa, disetujui, dan diterima dengan baik oleh pembimbing skripsi untuk diajukan sidang.

Nama : Siswadi Aru Widodo

NRP : 081.0311.021

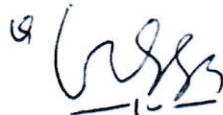
Fakultas : Teknik

Jurusan : Teknik mesin strata Satu (S-1)

Judul Skripsi : "Kaji Eksperimental Kekasaran Intake Manifold Terhadap Performa Dan Emisi Gas Buang Pada Motor Bakar 4 Langkah"

Jakarta, 3 Maret 2014

Dosen Pembimbing



( Muhammad As'adi, ST , MT)

Kepala Program Studi



(Frederikus Konrad, M.B.ST,MM,MT)

## LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi diajukan oleh

Nama : Siswadi Aru Widodo

NRP : 081.0311.021

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Skripsi : “Kaji Eksperimental Kekasaran Intake Manifold Terhadap Performa Dan Emisi Gas Buang Pada Motor Bakar 4 Langkah”

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta.



**Ir. M Galbi Bethalembah, MT**

**Penguji Utama**



**Ir. Saut Siagian, MT**

**Penguji Lembaga**



**Ir.Sulistiono, M.Sc**

**Dekan Fakultas Teknik**



**Frederikus Konrad, M.B.ST, MM, MT**

**Kepala Program Studi**

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal Pengujian : 3 Maret 2014



## PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI

### UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK

---

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Siswadi Aru Widodo  
NRP : 081.0311.021  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin  
Jenis : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :


KAJI EKSPERIMENTAL KEKASARAN INTAKE MANIFOLD TERHADAP  
PERFORMA DAN EMISI GAS BUANG PADA MOTOR BAKAR 4 LANGKAH

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti ini Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta  
Pada tanggal : 3 Maret 2014

Yang Menyatakan



Siswadi Aru Widodo

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas karunia dan rahmat-Nya akhirnya penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir/Skripsi ini.

Dalam kurikulum kependidikan di jurusan Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta terdapat mata kuliah yang wajib ditempuh oleh mahasiswa sebelum menuju ke jenjang berikutnya yang akan ditekuni kelak. Banyak sekali manfaat yang dapat saya ambil pada saat penyusunan tugas akhir/skripsi ini, sehingga penulis dapat mengamati, membandingkan, menganalisa, dan menerapkan bahan-bahan serta kesempatan yang diperoleh selama di bangku kuliah.

Pada kesempatan ini perkenankanlah penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu. Penulis menyadari, bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai masa penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. **ALLAH SWT** atas berkat, rahmat, dan kemudahan yang telah diberikan sehingga penulis bisa menyelesaikan tugas akhir/skripsi ini.
2. Bapak **M. As’Adi, MT** selaku pembimbing yang telah memberikan bimbingan serta arahan kepada saya dalam menyusun tugas akhir/skripsi ini.
3. Bapak **Frederikus Konrad, ST, MM, MT** selaku kepala program Teknik Mesin Fakultas Teknik UPN “Veteran” Jakarta yang telah membantu.
4. Bapak **Ir. Iswadi Nur, MT** selaku Wakil Dekan I yang setiap kali memberikan semangat, arahan dan membantu memperlancar jalannya penyusunan tugas akhir/skripsi ini.
5. Bapak **Ir. M. Rusdy Hatuwe** yang setiap kali memberikan semangat dan arahan pada saya.

6. Kedua **Orang Tua, Mba Sinta, Mas Ihsan, Adi dan Si Embul** yang telah membantu saya baik itu bantuan moril maupun material dan memberikan bimbingan juga *support*-nya maupun doa'nya yang tanpa henti dan tak mengenal lelah serta semua keluarga saya yang tidak disebutkan di sini.
7. **Shabat-sahabat** seperjuangan **Teknik Mesin Angkatan 2008** khususnya sahabat-sahabat dengan julukan **Srigala Terakir : Jay, Edap, Ncex, Yoyo, Tulang, Meang, Bagong, Boas, Gigi, Ibes, Ketel, dan Timun** yang telah memberikan *support* juga dukungan serta arahan-arahan yang bermanfaat buat saya dalam menyusun tugas akhir/skripsi ini dan terimakasih atas kerjasamanya dan selalu menjunjung tinggi persahabatan selama ini **Teman-Teman, Gue** gak bakalan lupain **Lo** semua (KITA SEMUA SAUDARA)...!!! dan **Sukses** untuk kita semua **Amin. Optimis 2008...!!!**
8. Teman-teman **Junior 2010, 2011, 2012, dan 2013** yang telah memberi dukungan serta meluangkan waktunya untuk membantu saya dalam melakukan pengambilan data dalam penyusunan tugas akhir/skripsi ini.
9. **Keluarga besar HMM S-1** yang telah memberikan dukunga kepada saya.
10. Seluruh **Civitas** akademik UPN "Veteran" Jakarta khususnya karyawan S-1 Teknik Mesin.
11. Dan berbagai pihak yang tidak bisa disebutkan satu per-satu yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung sehingga penelitian ini bisa selesai dengan baik.

Saya menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini banyak sekali kekurangannya dan semoga tugas akhir/skripsi ini bermanfaat bagi saya sendiri dan umumnya bagi civitas akademik Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Strata Satu.

Jakarta, 3 Maret 2014

Siswadi Aru Widodo

## ABSTRAK

Nama : Siswadi Aru Widodo  
Program Studi : Teknik Mesin  
Judul : “Kaji Eksperimental Kekasaran Intake Manifold Terhadap Performa Dan Emisi Gas Buang Pada Motor Bakar 4 Langkah”

Intake manifold atau bagi kalangan pengguna motor biasa disebut leher angsa adalah suatu alat dalam kendaraan yang berguna untuk menyalurkan campuran antara udara dan BBM (Bahan Bakar Minyak) sebelum nanti akan dimasukkan ke dalam combustion chamber (ruang bakar) untuk dilakukan pembakaran. Pengujian dilakukan dengan metode eksperimental dengan tujuan mengetahui kekasaran intake manifold standar dan intake manifold yang telah dimodifikasi, konsumsi bahan bakar, dan emisi gas buang pada motor bensin. Tingkat kekasaran pada intake manifold standar  $18.83 \mu\text{m}$ , intake manifold porting 1  $10.44 \mu\text{m}$  dan intake manifold porting 2  $8.64 \mu\text{m}$ . Dari hasil penelitian ini didapat nilai maksimum wheel power pada intake manifold porting 1 sebesar 9.2 hp pada putaran 7530 rpm dan minimum wheel power pada intake manifold standar sebesar 9.1hp pada putaran 7409 rpm. Sedangkan nilai maksimum dari wheel torque pada intake manifold standar sebesar 9.61 N.m pada putaran 6048 rpm dan minimum wheel power pada intake manifold porting 1 intake manifold porting 2 sebesar 9.54 N.m pada putaran 5869 rpm. Pada hasil pengujian konsumsi bahan bakar intake manifold standar memiliki nilai rata-rata 14.77 ml/menit, intake manifold porting 2 memiliki nilai rata-rata 13.98 ml/menit dan intake manifold porting 2 memiliki nilai rata-rata 13.23 ml/menit.

Kata kunci :

Intake manifold, kekasaran intake manifold, daya, torsi, konsumsi bahan bakar, emisi.



## ABSTRACT

*Name* : Siswadi Aru Widodo  
*Study Program* : Mechanical Engineering  
*Title* : “Assess Against Experimental Roughness Performance Intake Manifold And Exhaust Emission Motor cycle Fuel In 4 Steps”

*For the intake manifold or engine users commonly called goose neck is a useful tool in the vehicle for channeling a mixture of air and fuel (fuel oil) before later be incorporated into the combustion chamber (combustor) to do the burning. Tests carried out with experimental methods in order to know the roughness standard intake manifold and intake manifold has been modified, fuel consumption, and exhaust emissions in gasoline motor. The level of roughness at 18.83  $\mu\text{m}$  standard intake manifold, ported intake manifold and intake lm 1 10.44  $\mu\text{m}$  and manifold ported 2 8.64  $\mu\text{m}$ . From these results obtained maximum value of the power wheel on the intake manifold ported 1 at 9.2 hp on rotation 7530 rpm and minimum wheel power on a standard intake manifold of 9.1hp on rotation 7409 rpm. While the maximum value of the torque at the wheel of a standard intake manifold 9.61 N.m on rotation 6048 rpm and minimum power wheel on the intake manifold ported intake manifold ported 1 2 at 9.54 N.m on rotation 5869 rpm. On the test results of fuel consumption standard intake manifold has an average value of 14.77 ml / min, 2 ported intake manifold has an average value of 13.98 ml / min and intake manifold ported 2 has an average value of 13:23 ml / min.*

*Keywords :*

*Intake manifold, intake manifold ruggedness, power, torque, fuel consumption, emissions.*

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI .....	iii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
ABSTRAK .....	vii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN .....	xiv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tujuan Penulisan .....	2
1.3. Batasan Masalah .....	2
1.4. Metode Pengumpulan Data .....	3
1.5. Sistematika Penulisan .....	3

BAB II	TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1.	Penelitian Awal .....	5
2.2.	Pengertian Umum Motor Bakar .....	7
2.2.1.	Prinsip Dasar Motor Bensin .....	8
2.2.2.	Cara Kerja Motor Bensin 4 Langkah .....	9
2.3.	Tinjauan Terhadap Unjuk Kerja Motor Bakar .....	11
2.3.1.	Torsi dan Daya .....	11
2.3.2.	Daya Indikator .....	12
2.3.3.	Konsumsi Bahan Bakar .....	13
2.4.	Intake Manifold .....	14
2.5.	Kekasaran Permukaan .....	22
2.5.1.	Kekasaran Rata-rata Aritnetis ( <i>Center Line Avarage, CLA</i> ), Ra .....	23
2.5.2.	Kekasaran rata-rata Kuadratis ( <i>Root Square Height</i> ), Rg .....	23
2.5.3.	Lebar Gelombang ( <i>Waviness Width</i> ), Aw.....	24
2.5.4.	Lebar Kekasaran ( <i>Roughness Width</i> ), Ar .....	24
2.6.	Bahan Bakar .....	24
2.6.1.	Premium .....	24
2.7.	Emisi Gas Buang .....	24
2.7.1.	Senyawa Hidrokarbon (HC) .....	26
2.7.2.	Karbon Monoksida (CO) .....	26
2.7.3.	Karbon Dioksida (CO <sub>2</sub> ) .....	26

2.7.4. Oksigen ( $O_2$ ) .....	27
2.7.5. Senyawa Nitrogen Oksida ( $NO_x$ ) .....	27
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>29</b>
3.1. Diagram Alir .....	29
3.2. Spesifikasi Motor .....	30
3.3. Langkah Penelitian .....	31
3.4. Jadwal Penelitian .....	32
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>33</b>
4.1 Pengujian Performansi Motor Bakar.....	33
4.1.1 Daya Roda ( <i>Wheel Power</i> ) .....	33
4.1.2 Torsi Roda ( <i>Wheel Power</i> ) .....	38
4.2 Uji Konsumsi Bahan Bakar ( <i>Fuel Consumption</i> ) .....	41
4.2.1 Analisis Data Pengujian Konsumsi Bahan Bakar ( <i>Fuel Consumption</i> ) .....	41
4.3 Pengujian Emisi Gas Buang Motor Bakar .....	44
4.3.1 Kadar Gas Carbon Monoksida (CO) Dalam Gas Buang .....	44
4.3.2 Kadar Gas Carbon Dioksida ( $CO_2$ ) Dalam Gas Buang .....	45
4.3.3 Kadar Gas Hidrokarbon (HC) Dalam Gas Buang .....	46
4.3.4 Kadar Oksigen ( $O_2$ ) Dalam Gas Buang .....	47
4.3.5 Kadar Nitrogen oksida ( $NO_x$ ) Dalam Gas Buang .....	47
4.3.6 Kadar Lamda ( $\lambda$ ) Dalam Gas Buang .....	48
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>49</b>
5.1 Kesimpulan .....	49
5.2 Saran .....	49

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Siklus Motor Bakar 4 Langkah .....	10
Gambar 2.2. <i>Intake Manifold</i> .....	16
Gambar 2.3. <i>Intake manifold</i> .....	17
Gambar 2.4. Saluran masuk dan buang kepala silinder .....	18
Gambar 2.5. Modifikasi dudukan <i>intake manifold</i> .....	20
Gambar 2.6. <i>Valve</i> pada kepala silinder.....	21
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian .....	29
Gambar 4.1. Grafik <i>Wheel Power Intake Manifold</i> Standar Dan Yang Telah dimodifikasi .....	35
Gambar 4.2. Grafik <i>Wheel Torque</i> Intake Manifold Standar Dan Yang Telah dimodifikasi .....	39
Gambar 4.3. Grafik Konsumsi Bahan Bakar .....	42
Gambar 4.4. Grafik Emisi Gas CO .....	44
Gambar 4.5. Grafik Emisi Gas CO <sub>2</sub> .....	45
Gambar 4.6. Grafik Emisi Gas HC .....	46
Gambar 4.7. Grafik Emisi Gas O <sub>2</sub> .....	47
Gambar 4.8. Grafik Emisi Gas NO <sub>x</sub> .....	47
Gambar 4.9. Grafik Emisi Gas Lamda .....	47

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Data Daya Roda / <i>Wheel Power</i> (hp) .....	34
Tabel 4.2. Tabel Perbandingan <i>Wheel Torque</i> dari Semua Varian Data .....	38
Tabel 4.3. Data Hasil Eksperimen .....	41

## DAFTAR NOTASI dan SINGKATAN

ISTILAH	SATUAN
<i>Research Octane Number</i>	RON
<i>Motor Oktane Number</i>	MON
Titik Mati Atas	TMA
Titik Mati Bawah	TMB
Kilo Wat	kW
Hidrokarbon	H <sub>2</sub> O
Karbon Monooksida	CO
Karbon Dioksida	CO <sub>2</sub>
Oksigen	O <sub>2</sub>
Nitrogen Oksida	NO <sub>x</sub>
Engine Control Unit	ECU
Internal Combution Engine	ICE
Eksternal Combution Engine	ECE
Brake Horse Power	BPH
Elektrik Fuel Injection	EFI
Cubik Feet Minute	CFM