



**ANALISA KINERJA MESIN BENSIN 2 LANGKAH *DUAL-FUEL* DENGAN
VARIASI PENAMBAHAN SYN-GAS HASIL GASIFIKASI SEKAM PADI**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Mesin (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

**Endra Pratama
NIM 101910101073**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2014**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini adalah hasil kerja kerasku dengan bantuan berbagai pihak, oleh karena itu saya persembahkan untuk

1. Allah SWT atas segala rizki dan hidayahnya yang telah diberikan, serta kepada junjunganku Nabi Muhammad SAW.
2. Keluargaku, ayahanda Moch Echlas dan ibunda Yayuk Rosiati atas segala do'a dan dukungan yang tak pernah surut.
3. Dosen-dosen Jurusan Teknik Mesin yang telah banyak membantu dan memberikan ilmu kepadaku.
4. Semua guruku dari Sekolah Dasar sampai Perguruan Tinggi yang saya hormati, yang telah memberikan ilmu, mendidik, dan membimbingku dengan penuh rasa sabar.
5. Almamater tercinta "UNIVERSITAS JEMBER".

MOTO

"Wahai mereka yang beriman, mintalah pertolongan kepada Allah dengan sabar dan shalat. Sesungguhnya Allah bersama-sama dengan orang yang sabar"

(Al-Baqarah: 153)

"Barang siapa sibuk dengan dirinya sendiri maka orang tersebut akan jauh dari mencari kekurangan orang lain"

(Abu Sulaiman Ad-Darani)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Endra Pratama

NIM : 101910101073

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “*Analisa Kinerja Mesin Bensin 2 Langkah Dual-Fuel Dengan Variasi Penambahan Syn-gas Hasil Gasifikasi Sekam Padi*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 20 September 2014

Yang menyatakan,



Endra Pratama

NIM 101910101073

SKRIPSI

**ANALISA KINERJA MESIN BENSIN 2 LANGKAH *DUAL-FUEL* DENGAN
VARIASI PENAMBAHAN *SYN-GAS* HASIL GASIFIKASI SEKAM PADI**

Oleh

Endra Pratama

NIM 101910101073

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Ir. Digdo Listyadi S. MSc.

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Nasrul Ilminnafik S.T., MT.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Analisa Kinerja Mesin Bensin 2 Langkah Dual-Fuel Dengan Variasi Penambahan Syn-gas Hasil Gasifikasi Sekam Padi” telah diuji dan disahkan pada :

Hari, Tanggal : Kamis, 2 Oktober 2014

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember.

Tim Penguji

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Ir. Digdo Listyadi S., M.Sc
NIP 19680617 1995 01 1 001

Dr. Nasrul Ilminnafik, S.T., M.T.
NIP 19711114 1999 03 1 002

Dosen Penguji I,

Dosen Penguji II,

Hary Sutjahjono, S.T., M.T.
NIP 19681205 1997 02 1 002

Aris Zainul Muttaqin, S.T., M.T.
NIP 19681207 1995 12 1 002

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember

Ir. Widyono Hadi, M.T.
NIP 19610414 1989 02 1 001

RINGKASAN

Analisa Kinerja Mesin Bensin 2 Langkah *Dual-Fuel* Dengan Variasi Penambahan *Syn-gas* Hasil Gasifikasi Sekam Padi; ENDRA PRATAMA, 101910101073; 2014; 68 halaman; Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Perkembangan produksi minyak Indonesia dari tahun ke tahun mengalami penurunan, sehingga perlu upaya luar biasa untuk menemukan cadangan-cadangan baru dan peningkatan produksi. Gasifikasi adalah proses thermokimia oleh material hidrokarbon (batubara, biomassa, dan lain-lain) yang dapat dikonversikan menjadi gas sintetik (*syn-gas*) atau gas hasil gasifikasi dengan menggunakan media gasifikasi berupa oksigen, udara dan uap dengan proses oksidasi parsial.

Dalam penelitian ini, difokuskan tentang kinerja mesin bensin 2 langkah *dual-fuel* (premium - *syn-gas*) yang dilakukan dengan penambahan *syn-gas* hasil gasifikasi sekam padi. Penambahan suplay *syn-gas* ini dilakukan dengan memvariasikan bukaan katub pipa *syn gas* yang akan masuk keruang bakar dan besarnya variasi yang dilakukan adalah 20°, 30° dan 40°. Pengujian terhadap mesin bensin 2 langkah *dual-fuel* yang dihasilkan meliputi torsi, daya, konsumsi bahan bakar, dan efisiensi *thermal*.

Hasil pengujian torsi menunjukkan setiap torsi yang terjadi pada mesin 2 langkah *dual-fuel* dengan berbagai variasi pengujian menunjukkan peningkatan dan hasil yang sama atau berhimpitan. Hal tersebut dikarenakan range massa pengereman di atur sesuai kelipatan angka yang ditunjukkan hasil massa pengereman yaitu mulai dari 0 kg, 3 kg, 6 kg, 9 kg dan 9,5 kg (berhenti).

Hasil pengujian daya menunjukkan bahwa daya pada mesin mengalami peningkatan dari standar pengujian mesin menggunakan bahan bakar premium saja. Dari pengujian normal tanpa menggunakan *syn-gas* (bahan bakar premium) daya mesin meningkat seiring dengan berkurangnya putaran rpm mesin. Tetapi pada saat

pengujian penambahan *syn-gas* kedalam ruang bakar dengan memvariasikan bukaan katub 20° 30° dan 40° maka semakin besar pula daya yang dihasilkan oleh mesin seiring dengan berkurangnya putaran rpm mesin.

Hasil Pengujian konsumsi bahan bakar menunjukkan konsumsi bahan bakar pada putaran mesin *idle* dalam kondisi normal tanpa *syn-gas* sebesar 0,076 ml/s. Nilai hasil pengujian variasi penambahan *syn-gas* pada bukaan katub 20°, 30° dan 40° masing-masing sebesar 0,039 ml/s, 0,054 ml/s dan 0,063 ml/s. Analisa konsumsi bahan bakar pada variasi putaran mesin *idle* dengan variasi penambahan *syn-gas* dari bukaan katub 20° 30° dan 40° lebih boros dari pada pengujian yang dilakukan pada mesin tanpa menggunakan *syn-gas*. Sedangkan pada putaran 5400 menunjukkan konsumsi bahan bakar pada rpm 5400 dalam kondisi normal atau tanpa *syn-gas* dengan variasi bukaan katub 20°, 30° dan 40° diperoleh data masing-masing sebesar 0,204 ml/detik, 0,2 ml/s, 0,192 ml/s dan 0, 175 ml/s. Analisa yang diperoleh adalah semakin memperbesar bukaan katub maka semakin irit konsumsi bahan bakar dibanding dengan kondisi normal mesin tanpa menggunakan penambahan *syn-gas*.

Hasil pengujian efisiensi *thermal* menunjukkan bahwa efisiensi thermal variasi penambahan *syn-gas* pada bukaan katub 20°, 30° dan 40° lebih rendah dari pada mesin bensin 2 langkah tanpa menggunakan *syn-gas*. Dengan kata lain lebih efisien pada mesin bensin 2 langkah tanpa menggunakan penambahan *syn-gas*.

SUMMARY

Gasoline Engine Performance Analysis of Dual-Fuel 2 Measures In Addition Variations Rice Husk Gasification Syn-gas results; Endra Pratama, 101910101073; 68 pages; Department of Mechanical Engineering Faculty of Engineering, University of Jember.

The development of Indonesian oil production from year to year has decreased, so it needs extraordinary efforts to find new reserves and increase production. Gasification is a process thermokimia by hydrocarbon materials (coal, biomass, etc.) that can be converted into a synthetic gas (syn-gas) or gasification gas using gasification medium such as oxygen, air and steam with partial oxidation process.

In this study, focused on the performance of a gasoline engine 2 step dual-fuel (gasoline-syn-gas) is carried out with the addition of rice husk gasification syn-gas. The addition of syngas supply is done by varying the valve opening syn-gas pipeline going into the fuel space and the amount of variation that does is 20°, 30° and 40°. Tests on gasoline engine 2 step dual-fuel generated include torque, power, fuel consumption, and thermal efficiency.

Test results show the torque of each engine torque occurs at 2 step dual-fuel with a variety of testing and the results showed the same increase or coincide. That is because the mass range braking set as multiples of the number shown is the result of braking mass ranging from 0 kg, 3 kg, 6 kg, 9 kg and 9.5 kg (stop).

The test results show that the power on the engine power was increased from standard testing machine uses gasoline only. Of normal testing without using syn-gas (gasoline fuel) engine power increases with decreasing engine rpm rotation. But at the time of testing the addition of syngas into the combustion chamber by varying the valve opening 20° 30° and 40° the greater the power generated by the engine in line with the reduced engine rpm rotation.

Testing results show fuel consumption fuel consumption at idle engine rotation in normal conditions without syn-gas at 0.076 ml / s. Variations in the value of the test results on the addition of syn-gas valve openings 20°, 30° and 40° respectively 0.039 ml/s, 0.054 ml/s and 0.063 ml/s. Analysis of fuel consumption at idle engine rotation variation with the addition of syngas variation of valve opening and 40° 20° 30° more extravagant than the tests performed on the machine without the use of syngas. While in the 5400 round of shows fuel consumption at 5400 rpm in normal conditions or without syn-gas with variations valve openings 20°, 30° and 40° the data obtained respectively by 0.204 ml/s, 0.2 ml /s, 0.192 ml/s and 0, 175 ml/s. Analysis obtained is increasingly enlarging the valve opening, the more economical fuel consumption compared with normal conditions the engine without using additional syn-gas.

The test results show that the thermal efficiency of thermal efficiency variations addition of syn-gas valve openings 20°, 30° and 40° lower than the gasoline engine 2 steps without using syn-gas. In other words, more efficient gasoline engines 2 steps without using additional syn-gas.

PRAKATA

Segala puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat-Nya sehingga skripsi ini dapat tersusun sesuai dengan yang diharapkan. Penulis menyusun skripsi ini guna memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember. Selain itu penulis berharap agar skripsi yang telah tersusun ini dapat bermanfaat baik bagi penulis pada khususnya maupun bagi masyarakat pada umumnya.

Penulis mengucapkan banyak-banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan segenap pikiran maupun yang telah banyak membantu dalam penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini khususnya kepada:

1. Allah SWT atas segala rizki dan hidayahnya yang telah diberikan, serta kepada junjunganku Nabi Muhammad SAW.
2. Keluargaku, Ayahanda tercinta Moch Echlas dan Ibunda tercinta Yayuk Rosiati segala do'a, dukungan semangat dan materi. Kakak tersayang Dyah Esmiwati, Mohammad Asnan Nawawi, Rini Vergantini dan Agus Wahit yang tak henti-hentinya memberi semangat, serta saudara-saudaraku semua. Terimakasih atas semua cinta, kasih sayang, perhatian, doa, pengorbanan, motivasi dan bimbingan kalian semua demi terciptanya insan manusia yang beriman, bertaqwa, berakhlak mulia, dan berguna bagi bangsa negara. Semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat dan karunia-Nya serta membalas semua kebaikan yang telah kalian lakukan.
3. Bapak Ir Digdo Listyadi S., M.Sc. Selaku Dosen Pembimbing Utama, Bapak Dr. Nasrul Ilminnafik, S.T., M.T. Selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penyusunan skripsi ini.
4. Staf pengajar semua dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah memberikan ilmu dan bimbingan kepada saya terutama Bapak Ir. Digdo Listyadi S., M.Sc selaku dosen pembimbing utama, Bapak Dr. Nasrul

Ilminnafik, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing anggota, Bapak Hary Sutjahjono, S.T., M.T. selaku dosen penguji I, dan Bapak Aris Zainul Muttaqin, S.T., M.T. selaku dosen penguji II.

5. Seluruh teman-teman angkatan 2010 (Mec-X) yang telah memberikan kontribusi, dukungan, ide yang inspiratif, dan kritikan yang konstruktif. Terimakasih atas semua kontribusi yang kalian berikan.
6. Terima kasih untuk teman-teman kosan yang selalu memberi semangat saat saya mengerjakan skripsi.
7. Dan seluruh pihak yang telah mendukung yang tak bisa kusebutkan satu persatu.

Dalam penyusunan skripsi ini, Penulis berusaha semaksimal mungkin agar skripsi yang disusun ini menjadi sempurna tanpa adanya satu kekurangan apapun juga. Namun tidak menutup kemungkinan bagi pembaca yang akan memberikan saran ataupun kritik tentu saja akan penulis pertimbangkan.

Jember, September 2014

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERSEMBAHAN.....	ii
MOTO.....	iii
PERNYATAAN.....	iv
PEMBIMBING.....	v
PENGESAHAN.....	vi
RINGKASAN.....	vii
SUMMARY.....	ix
PRAKATA.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR TABEL.....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	3
1.3.1 Tujuan.....	3
1.3.2 Manfaat.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Sekam Padi.....	5
2.2 Gasifikasi.....	7
2.2.1 Keunggulan gasifikasi.....	8
2.2.2 Faktor-faktor yang mempengaruhi proses gasifikasi.....	9
2.3 Gasifier.....	10
2.3.1 Fixed bed gasifiers.....	10

2.3.2 Fluidized bed gasifier.....	13
2.4 Definisi Motor Bakar.....	16
2.5 Siklus Otto Dan Siklus Mesin Bensin 2 Langkah	18
2.5.1 Siklus Otto	18
2.5.2 Siklus Mesin Bensin 2 Langkah	20
2.6 Mesin Bensin 2 Langkah	21
2.7 Uji Performa Mesin	24
2.8 Penelitian Terdahulu.....	26
2.9 Hipotesa.....	30
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN.....	31
3.1 Metode Penelitian.....	31
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	31
3.3. Alat dan Bahan Penelitian	31
3.3.1. Alat.....	31
3.3.2. Bahan	34
3.5 Variabel Penelitian	35
3.5.1 Variabel Bebas.....	35
3.5.2 Variabel Terikat	35
3.6 Prosedur Penelitian.....	35
3.6.1 Tahapan Persiapan	35
3.6.2 Tahapan Penelitian.....	36
3.6.3 Tahap Akhir Penelitian	41
3.7. Skema Alat Uji	42
3.8. Diagram Alir Penelitian.....	44
3.9. Jadwal Kegiatan Penelitian	44
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	45
4.1 Data Hasil Pengujian	45
4.1.1 Pengujian torsi dan daya.....	45

4.1.2 Konsumsi bahan bakar.....	49
4.1.3 Efisiensi <i>Thermal</i>	50
4.2 Analisa dan Pembahasan.....	53
4.2.1 Analisa dan pembahasan torsi dan daya.....	53
4.2.2 Analisa dan pembahasan konsumsi bahan bakar.....	55
4.2.3 Analisa dan pembahasan efisiensi <i>thermal</i>	57
BAB 5. PENUTUP.....	58
5.1 Kesimpulan.....	58
5.2 Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA.....	60
LAMPIRAN.....	62

DAFTAR GAMBAR

2.1 Sekam padi	5
2.2 Gasifier tipe downdraf	8
2.3 Updraf gasifier	11
2.4 Downdraf gasifier.....	12
2.5 Crossdraft gasifier	13
2.6 Motor pembakaran dalam	17
2.7 Motor pembakaran Luar.....	18
2.8 Diagram siklus otto	19
2.9 Diagram siklus motor bensin 2 langkah.....	20
2.10 Langkah kompresi dan hisap.....	22
2.11 Langkah usaha dan buang	23
2.12 Bagian-bagian mesin dua langkah	23
2.13 Grafik hasil pengujian performa mesin.....	27
2.14 Grafik hasil pengujian performa mesin berdasarkan temperatur	28
2.15 Grafik hasil pengujian torsi mesin	29
2.16 Grafik hasil pengujian efisiensi thermal	29
2.17 Performa mesin bensin 2 langkah	30
3.1 Reaktor gasifikasi.....	31
3.2 Stopwatch.....	32
3.3 Timbangan gantung.....	32
3.4 Blower	32
3.5 Anemometer	33
3.6 Cooler	33
3.7 Mesin 2 langkah dan alat uji daya pengereman (Prony Brake)	33
3.8 Sekam padi	34
3.9 Arang kayu	34
3.10 Premium	34

3.11 Skema alat uji.....	41
3.12 Instalasi masuknya <i>syn-gas</i> ke mesin bensin 2 langkah.....	43
3.13 Diagram alir penelitian.....	44
4.1 Grafik hubungan putaran mesin dengan torsi	53
4.2 Grafik hubungan putaran mesin dengan daya.....	54
4.3 Grafik hubungan bukaan katub dengan konsumsi bahan bakar (rpm idle).....	55
4.4 Grafik hubungan bukaan katub dengan konsumsi bahan bakar (rpm 5400)...	56
4.5 Grafik hubungan putaran dengan efisiensi thermal	57

DAFTAR TABEL

2.1 Sifat fisik sekam padi	5
2.2 <i>Proximate</i> dan <i>ultimate</i> sekam padi	6
2.3 <i>Syngas</i> hasil pembakaran sekam padi	6
2.4 Potensi energi biomassa di Indonesia	7
2.5 Kelebihan dan kekurangan dari beberapa tipe dari <i>fixed bed gasifier</i>	14
3.1 Data kandungan <i>syngas</i> hasil gasifikasi	37
3.2 Data pengujian torsi	37
3.3 Data pengujian daya.....	38
3.4 Data pengujian konsumsi bahan bakar.....	39
3.5 Data pengujian Efisiensi <i>thermal</i>	40
3.6 Tabel jadwal kegiatan	44
4.1 Data hasil pengujian torsi dan daya	45
4.2 Hasil pengolahan data daya.....	47
4.3 Hasil pengujian konsumsi bahan bakar	49
4.4 Hasil pengujian efisiensi <i>thermal</i>	51

DAFTAR LAMPIRAN

A. LAMPIRAN DATA PENGUJIAN	62
A.1 Data hasil Pengujian torsi dan daya	62
A.1.1 Tabel hasil pengujian torsi dan daya (percobaan 1)	62
A.1.2 Tabel hasil pengujian torsi dan daya (percobaan 2)	63
A.1.3 Tabel hasil pengujian torsi dan daya (percobaan 3)	63
A.1.4 Tabel hasil pengolahan data daya	65
A.2 Data hasil Pengujian Konsumsi bahan bakar	66
A.2.1 Tabel hasil pengujian konsumsi bahan bakar (percobaan 1)	66
A.2.2 Tabel hasil pengujian konsumsi bahan bakar (percobaan 2)	66
A.2.3 Tabel hasil pengujian konsumsi bahan bakar (percobaan 3)	67
A.2.4 Tabel hasil pengolahan data rata-rata konsumsi bahan bakar.....	67
A.2 Data hasil pengolahan efisiensi thermal	68
B. GAMBAR ALAT	70
C. GAMBAR Pengambilan data	72