



**KARAKTERISTIK UNJUK KERJA *STIRLING ENGINE TYPE*  
GAMMA 40cc TERHADAP VARIASI TEKANAN AWAL**

**SKRIPSI**

Oleh  
**Ahda Rizqy Maulana**  
**NIM 071910101079**

**PROGRAM STRATA I TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2012**



**KARAKTERISTIK UNJUK KERJA *STIRLING ENGINE TYPE*  
GAMMA 40cc TERHADAP VARIASI TEKANAN AWAL**

**SKRIPSI**

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

Oleh

**Ahda Rizqy Maulana**  
**NIM 071910101079**

**PROGRAM STRATA I TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2012**

## PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan puji syukur kepada Allah SWT serta dengan tulus dan ikhlas saya persembahkan skripsi ini kepada:

1. Kedua orang tua saya Bapak Umar Sungkar S.Pd. dan Ibu Iing Sumastutiana, atas kasih sayang, bimbingan, motivasi, do'a, dan semua pengorbanan yang telah diberikan;
2. Semua Dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah membimbing dan memberikan ilmu. Terutama Bapak Aris Zainul Muttaqin., S.T., M.T. selaku DPU., Andi Sanata, S.T., M.T. selaku DPA., Bapak Hary Sutjahyono, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji I, Bapak F.X. Kristianta, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji II ;
3. Seluruh Bapak dan Ibu Guru dari TK, SD, SMP, dan SMA yang telah membimbing dan memberikan ilmu;
4. Sahabat istimewa dalam hidupku, Rusdiana Susilowati, atas dukungan, kesabaran, dan perhatian yang telah diberikan;
5. Seluruh teman-teman seperjuangan Seven Engine: GM Somad, Dul Yasin Behek, Bastian, Agil, Wahyu Molen, Sigit, Ayub, Apro, Ekik Sokeet, Prima Kingkong, Eris, Firman Tomen, Wak Kaji Ofa, Antok, Angger, Wa-on, Intan Ketan, Bidin, Samid, Dana, Ari Cino, Trik, Toni Buto, Mbah Rio, Fata, Kunam Arga, Ardi Pedot, Adi Kotak, Bery, Cak Diaz, Diki, Donax "J", Eddy, Mek GZ, Fregi, Reza Makmur, Sifak, Acil, Windu, Yoga, Yulius kepong, Endika.
6. Para kakak dan guru gila: Mamad Is (2006), Makay (2006), Zainul Boyok (2006), ;
7. Rekan rekan Mesin 2008, dan 2009;
8. Teman-teman anggota TITEN (Tikus Teknik, Mobil listrik Universitas Jember), Team Rayap Roket air, ;
9. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## MOTTO

*“Bacalah, dan Tuhanmulah Yang Maha Pemurah. Yang mengajar manusia dengan perantara kalam. Dia mengajarkan kepada manusia apa yang tidak diketahuinya”.*  
(Terjemahan Surat Al-Alaq (96) ayat 3-4).

*“Sesungguhnya menuntut ilmu adalah pendekatan diri kepada Allah Azza wajalla, dan mengajarkannya kepada orang yang tidak mengetahuinya adalah sodaqoh. Sesungguhnya ilmu menempatkan orangnya dalam kedudukan terhormat dan mulia. Ilmu pengetahuan adalah keindahan bagi ahlinya di dunia dan di akhirat.”*  
(Al Hadist Riwayat. Ar-Rabii')

*Allah akan meninggikan derajat orang-orang yang beriman diantara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat*  
(q.s al-mujaddalah ayat 11)

*Berfikir positif dan optimis. Bila suatu hari urusan terasa buruk, maka sesungguhnya semua itu adalah awal dekatnya hari yang penuh dengan kebahagiaan dan keindahan*

*Hal yang paling membahagiakan adalah bisa melihat orang lain bahagia karena kita*

*Kekayaan seseorang bukan diukur dari berapa harta yang dia kumpulkan, tapi dari berapa yang sanggup dia berikan untuk orang lain*  
(Cak To, seorang tukang tambal ban)

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Ahda Rizqy Maulana**

NIM : **071910101079**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul: “Karakteristik Unjuk Kerja Stirling Engine Type Gamma 40cc Terhadap Variasi Tekanan Awal” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada instansi manapun, serta 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 adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik bila ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 30 Oktober 2012

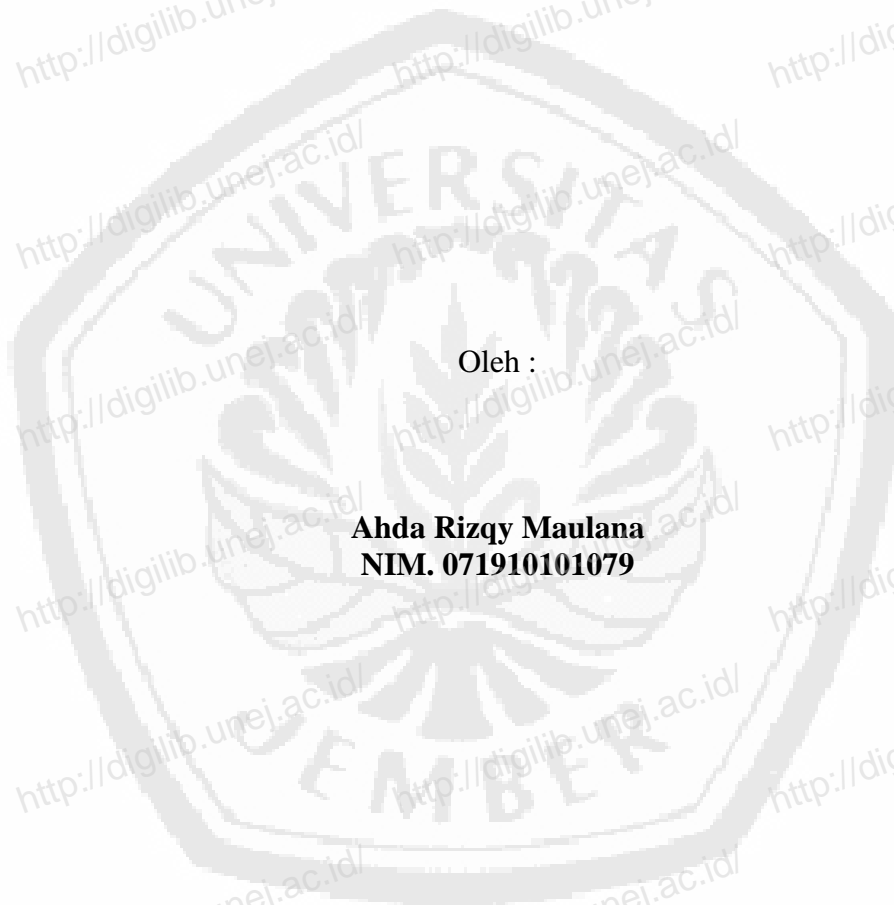
Yang menyatakan,

Ahda Rizqy Maulana

NIM. 071910101079

**SKRIPSI**

**KARAKTERISTIK UNJUK KERJA STIRLING ENGINE TYPE  
GAMMA 40cc TERHADAP VARIASI TEKANAN AWAL**



Oleh :

**Ahda Rizqy Maulana**  
**NIM. 071910101079**

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Aris Zainul Muttaqin, S.T, M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Andi Sanata, S.T., M.T.

## PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Unjuk Kerja *Stirling Engine Type Gamma* 40cc Terhadap Variasi Tekanan Awal” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik Universitas Jember pada:

Hari : Selasa

Tanggal : 30 Oktober 2012

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim penguji:

Ketua,

Sekretaris,

Aris Zainul Muttaqin, ST., M.T.  
NIP 19681207 199512 1 002

Andi Sanata, S.T., M.T.  
NIP 19750502 200112 1001

Anggota I,

Anggota II,

Hary Sutjahjono, S.T., M.T.  
NIP 19681205 199702 1 002

M. Nurkoyim Kustanto, S.T.,M.T.  
NIP 19691122 199702 1 001

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknik,

Ir. Widyono Hadi, M.T.  
NIP 19610414 198902 1 001

## RINGKASAN

**Unjuk Kerja Stirling Engine Type Gamma 40cc Terhadap Variasi Tekanan Awal;** Ahda Rizqy Maulana; 071910101079; 2012; 55 halaman; Jurusan Teknik Mesin; Fakultas Teknik; Universitas Jember.

Kebutuhan bahan bakar selalu meningkat, seiring dengan penggunaannya di bidang industri maupun transportasi. Tetapi saat ini dunia mengalami krisis bahan bakar minyak. Penggunaan bahan bakar fosil sebagai sumber energi menimbulkan dampak negatif pada lingkungan.

Mesin stirling setelah lebih dari seabad terlupakan mulai kembali digunakan sebagai mesin konversi panas. Mesin stirling yang ditemukan oleh Dr. Robert Stirling dari Skotlandia pada tahun 1816 merupakan jenis mesin pembakaran luar. Seperti mesin uap yang juga merupakan mesin pembakaran luar, mesin stirling dapat menggunakan berbagai macam sumber panas seperti minyak, batu bara, nuklir, panas bumi, dan sinar matahari.

Motor *stirling* bekerja karena perbedaan temperature fluida kerja yang mempengaruhi tekanan kerja motor. Penambahan tekanan diawal ditujukan untuk menambah jumlah fluida kerja yang ada dalam sistem motor *stirling*.

Analisis peningkatan kinerja motor stirling tipe gamma dilakukan dengan pembuatan prototype motor stirling tipe gamma. Untuk itu terdapat beberapa perumusan masalah yaitu berapa tekanan awal optimal untuk mendapatkan *performance* terbaik.

Dari hasil pengujian yang dilakukan dapat diperoleh, bahwa prototype mesin stirling yang digunakan dalam pengujian dapat bekerja dengan kecepatan 180 rpm, dan daya maksimal yang dihasilkan sebesar 1,012 watts, pada tekanan mula sebelum siklus adalah sama dengan tekanan atmosfer 101325 MPa.

Ketika pengujian menggunakan penambahan tekanan mula dilakukan, terjadi *failure*, kegagalan operasi yang membuat motor *stirling* tidak dapat berfungsi adalah kerja yang dibutuhkan fase kompresi yang dibutuhkan melebihi kerja yang dihasilkan ketika terjadi fase ekspansi



## SUMMARY

**Performance of Gamma Type Stirling Engine 40cc Affected by Starting Pressure Variations;** Ahda Rizqy Maulana; 071 910 101 079; 2012; 55 pages, Department of Mechanical Engineering; Faculty of Engineering; University Jember.

Fuel demand is increasing, along with its use in industry and transport. But today the world fuel crisis. The use of fossil fuels as an energy source has a negative impact on the environment.

Stirling engine after more than a century of oblivion began re-used as a conversion engine heat. Stirling engine invented by Dr. Robert Stirling of Scotland in the year 1816 is a type of external combustion engine. Like the steam engine which is also an external combustion engine, stirling engine can use a variety of heat sources such as oil, coal, nuclear, geothermal, and sunlight.

Motor *stirling* work as a working fluid temperature differences that affect the pressure of the motor. The addition of pressure at the beginning intended to increase the number of the working fluid in the motor system *stirling*.

Analysis of performance improvement stirling engine gamma type conducted with a prototype stirling engine gamma type. For that there are some formulation of the problem, namely how to get the optimal initial pressure best *performance*.

From the test results can be obtained, that the prototype stirling engine used in the test can work with speed 180 rpm, and a maximum power of 1.012 watts generated, the initial pressure before the cycle is equal to the atmospheric pressure of 101 325 MPa.

When testing initially done using additional pressure, *failure* occurs, the failure of the operation that made *stirling* engine can not function is necessary work required exceeds the compression phase of the work produced during the expansion phase

## PRAKATA

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT karena dengan rahmat, hidayah, serta karunia-Nya proposal skripsi yang berjudul “*Karakteristik Unjuk Kerja Stirling Engine Type Gamma 40cc Terhadap Variasi Tekanan Awal*” dapat tersusun dengan baik. Proposal skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu rangkaian syarat untuk dapat menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember

Penyusunan laporan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak dan penulis tidak dapat menyebutkannya satu-persatu. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah memberi bantuan atas tersusunya proposal skripsi ini dan semoga Allah SWT memberikan yang terbaik pada semua pihak yang telah membantu penulis.

Dalam penyusunan laporan skripsi ini, saya selaku penulis merasa bahwa proposal ini masih banyak terdapat kekurangan. Sebuah pepatah mengatakan bahwa *tak ada gading yang tak retak*. Oleh karena itu, penyusun mengharap kritik dan saran yang membangun dari pembaca demi perbaikan proposal ini kedepannya agar menjadi lebih baik. Akhirnya, tiada suatu usaha besar yang akan berhasil tanpa dimulai dari hal yang kecil. Semoga laporan skripsi ini bermanfaat, terutama bagi seluruh mahasiswa Teknik Mesin di lingkungan Universitas Jember.

Jember 30 Oktober 2012

Penyusun

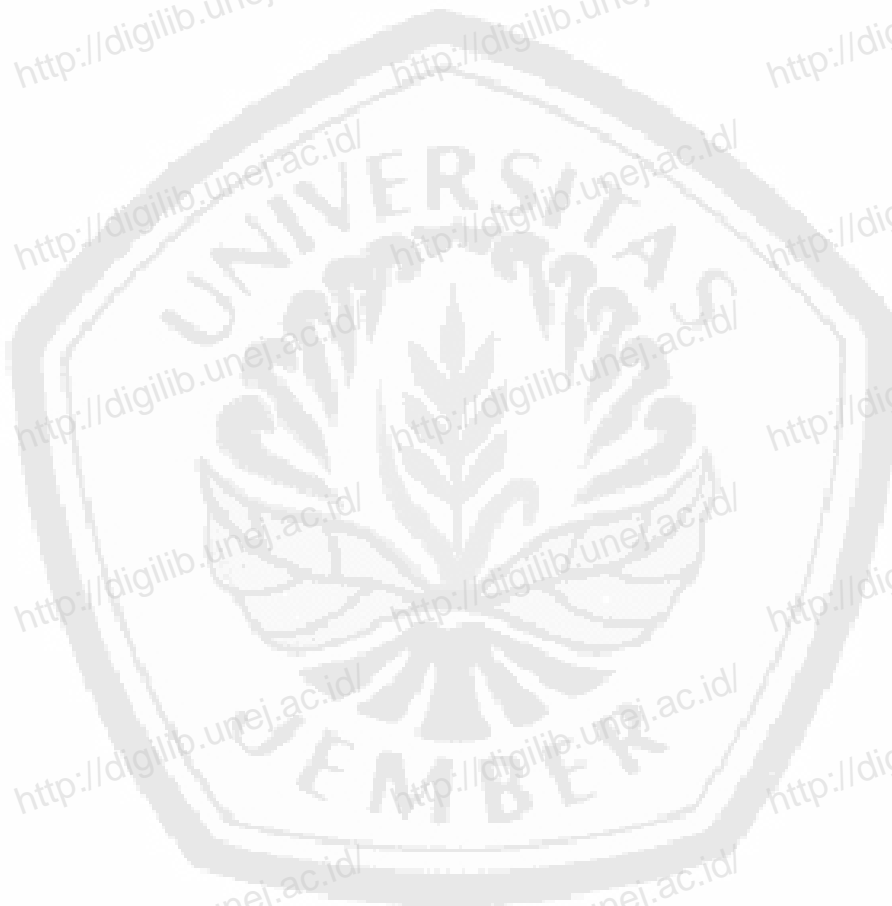
## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>RINGKASAN</b> .....	vii
<b>PRAKATA</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	2
<b>1.3 Batasan Masalah</b> .....	2
<b>1.4 Tujuan dan Manfaat</b> .....	2
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
<b>2.1 Mesin Stirling</b> .....	4
2.1.1 Prinsip Kerja Mesin Stirling .....	5
2.1.2 Siklus Stirling .....	9
2.1.3 Analisis Siklus Stirling Ideal .....	13
<b>2.2 Schmidt Theory</b> .....	15
2.2.1 Asumsi-asumsi pada Teori Schmidt .....	15
2.2.2 Persamaan yang digunakan dalam Teori Schmidt .....	18
<b>2.3 Parameter Unjuk Kerja</b> .....	20
2.4.1 Momen Putar (Torsi) .....	20

2.4.2 Daya Efektif.....	21
2.4.3 Efisiensi Termal Efektif.....	23
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>24</b>
<b>3.1 Metode Penelitian.....</b>	<b>24</b>
<b>3.2 Waktu dan Tempat.....</b>	<b>24</b>
<b>3.3 Alat dan Bahan.....</b>	<b>24</b>
3.3.1 Alat.....	24
3.3.2 Bahan Penelitian.....	24
<b>3.4 Variabel Penelitian.....</b>	<b>25</b>
3.4.1 Variabel Bebas.....	25
3.4.2 Variabel Terikat.....	25
<b>3.5 Prosedur Penelitian.....</b>	<b>26</b>
3.5.1 Penyusunan Alat Penelitian.....	26
<b>3.6 Diagram Alir Penelitian.....</b>	<b>27</b>
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>29</b>
<b>4.1 Hasil.....</b>	<b>29</b>
<b>4.2 Pembahasan.....</b>	<b>29</b>
4.2.1 Analisis Teoritis.....	29
4.2.2 Analisis Hasil Pengujian.....	29
4.2.1 Analisis Teoritis.....	40
<b>BAB 5. PENUTUP.....</b>	<b>45</b>
<b>5.1 Kesimpulan.....</b>	<b>45</b>
<b>4.1 Saran.....</b>	<b>45</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>46</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>47</b>

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Besaran yang digunakan pada metode Schmidt.....	17
Tabel 4.1. Parameter teoritis .....	29



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 : Proyek Solar Energy dari Solar Array sited di gurun Mojave, California Desert .....	5
Gambar 2.2 Generator Stirling buatan Philip.....	5
Gambar 2.3 Udara dalam keadaan tekanan atmosfer (a), dipanaskan (b) dan didinginkan (c) .....	7
Gambar 2.4 Ilustrasi Pemanasan Isochoric .....	8
Gambar 2.5 Ilustrasi Langkah Ekspansi Isothermal .....	8
Gambar 2.6 Ilustrasi langkah pendinginan.....	9
Gambar 2.7 Ilustrasi Langkah Kompresi .....	10
Gambar 2.8 Rangkaian Mesin Stirling Gamma .....	10
Gambar 2.9 Siklus Stirling Ideal dalam Diagram P-v and dan diagram Ts3...	12
Gambar 2.10 Siklus stirling sebenarnya SI.....	15
Gambar 2.11 Volume Sebagai Fungsi Sinusoidal.....	17
Gambar 3.1 Rangkaian Alat Pengujian.....	25
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian .....	35
Gambar 4.4 grafik perbandingan tekanan rata rata Pmean fluida kerja yang didapat dari perhitungan. ....	33
Gambar 4.5 grafik volume sesaat hasil perhitungan terhadap sudut <i>crank shaft</i> .....	35
Gambar 4.6. grafik perubahan tekanan sesaat terhadap sudut pada berbagai variasi tekanan mula yang didapat dari perhitungan .....	36
Gambar 4.7. perbandingan diagram P-V antar variasi tekanan secara teoritis	37
Gambar 4.8. diagram P-V teoritis pada motor stiling type gamma 40 .....	38
Gambar 4.5. perbandingan kerja indikasi .....	39
Gambar 4.6 grafik perubahan putaran mesin terhadap waktu.....	40
Gambar 4.7 grafik perubahan torsi terhadap putaran mesin .....	41

Gambar 4.8 grafik perubahan daya terhadap putaran mesin..... 41

