



**UNIVERSITAS DIPONEGORO**  
**RANCANG BANGUN TEST BED SISTEM KOMPRESOR**  
**TORAK DUA TINGKAT**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya**

**BRIAN DWI MURLIANSYAH**

**21050113060027**

**FAKULTAS TEKNIK**  
**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK MESIN**

**SEMARANG**

**JULI 2016**

## **HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS**

**Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.**

NAMA : BRIAN DWI MURLIANSYAH

NIM : 21050113060027

Tanda Tangan :

Tanggal : Juli 2016

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

NAMA : BRIAN DWI MURLIANSYAH  
NIM : 21050113060027  
Program Studi : Diploma III Teknik Mesin  
Judul Tugas Akhir : “ Rancang Bangun Test Bed Sistem Kompresor Torak  
Dua Tigkat “

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya pada Program Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

### TIM PENGUJI

Pembimbing : Sri Utami Handayani, ST, MT ( )  
Penguji I : Drs. Sutrisno, MT ( )  
Penguji II : Ir. H. Murni, MT ( )

Semarang, Juli 2016  
Ketua PSD III Teknik Mesin

Bambang Setyoko, ST, M.ENG  
NIP. 196809011998021001

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : BRIAN DWI MURLIANSYAH  
NIM : 21050113060027  
Jurusan/Program Studi : Diploma III Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**RANCANG BANGUN TEST BED SISTEM KOMPRESOR  
TORAK DUA TINGKAT**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang  
Pada Tanggal : Juli 2016

Yang menyatakan

( Brian Dwi Murliansyah )

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

### Motto :

- a. Kesuksesan hanya dapat diraih dengan segala upaya dan usaha yang di sertai dengan doa
- b. Hidup bukanlah undian maka janganlah kamu mengharapkan sesuatu tanpa adanya usaha
- c. Lebih baik merasakan sulitnya pendidikan sekarang daripada rasa pahitnya kebodohan kelak
- d. *Jika kamu bersungguh-sungguh, kesungguhan itu untuk kebaikanmu sendiri*
- e. Jangan tunggu sampai besok apa yang bisa kamu lakukan hari ini
- f. Kecerdasan bukanlah tolak ukur kesuksesan, tetapi dengan menjadi cerdas kita bisa menggapai kesuksesan.

### Persembahan :

1. Allah SWT, atas segala rahmat dan hidayah-Nya
2. Nabi Muhammad SAW, sang suri tauladan bagi seluruh umat
3. Bapak dan ibuku tercinta yang telah berjuang untuk pendidikan anaknya ini, serta doá dan dukungan yang tiada hentinya
4. Segenap keluarga dan saudara yang mendoakan keberhasilanku
5. Sahabat-sahabatku yang telah memberikan berjuta kenangan, segenap dosen, staf dan karyawan PSD III Teknik Mesin
6. Teman-teman seangkatan PSD III Teknik Mesin FT Undip.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur peneliti sampaikan kehadirat Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat, karunia dan berkah-Nya karena peneliti dapat menyelesaikan penyusunan laporan tugas akhir dengan judul “Rancang Bangun Sistem *Test Bed* Kompresor Torak Dua Tingkat”

Dalam penulisan laporan tugas akhir ini, peneliti banyak mendapatkan bimbingan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu dengan segala kerendahan hati peneliti mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Ir.H.Zainal Abidin.MS. Selaku Ketua Program Studi Diploma III Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
2. Bambang Setyoko.ST.M.Eng. selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
3. Ir. H. Murni, MT. selaku dosen wali
4. Sri Utami Handayani, ST. MT. selaku dosen pembimbing
5. Bapak/Ibu dosen Program Studi Diploma III Teknik Mesin yang telah memberikan perhatian, pengalaman, dan ilmu yang tak ternilai harganya.
6. Bapak Sugito Widodo yang telah membantu dalam pengurusan surat-surat
7. Saudari Wahyu Setiawati, A.Md yang telah membantu dalam pengurusan berkas syarat pengajuan tugas akhir
8. Para Teknisi PSD III Teknik Mesin yang telah membantu dalam menyusun alat Tugas Akhir

9. Semua pihak yang telah membantu dan mendukung dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini hingga selesai yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu

Akhirnya hanya kepada Allah SWT kita tawakal, memohon hidayah dan inayah-Nya. Semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak.

Semarang, Juli 2016

Brian Dwi Murliansyah

## **ABSTRAKSI**

### ***RANCANG BANGUN TEST BED SISTEM KOMPRESOR TORAK DUA TINGKAT***

*Test bed sistem kompresor torak dua tingkat ini merupakan suatu peralatan yang digunakan untuk mempelajari kinerja kompresor torak 2 tingkat. Proses pembuatan test bed kompresor torak dua tingkat meliputi beberapa tahapan, yaitu : pertama desain test bed kompresor torak dua tingkat, kedua proses fabrikasi yang meliputi pembuatan rangka, perakitan instrumen alat ukur dan komponen kompresor. Kemudian melakukan pengujian komponen supaya pada saat test bed dijalankan dapat memperoleh hasil yang baik dan maksimal. Hasil yang diperoleh dari pengujian test bed kompresor torak dua tingkat yaitu daya adiabatik maksimal 1,69 HP, daya listrik maksimal yang terpakai sebesar 1,72 HP, temperatur maksimal yang tercapai pada tekanan 12 bar sebesar 172 °C, efisiensi energi maksimal yang dihasilkan sebesar 70,65%.*

*Kata kunci : termometer, daya adiabatik, daya listrik, efisiensi energi*



## **ABSTRACT**

### **TEST BED SYSTEM DESIGN OF TWO STAGES RECIPROCATING COMPRESSOR**

*Test bed system design of two stages reciprocating compressor is an equipment which is used to learn about performance two stages reciprocating compressor. Test bed two stages reciprocating compressor manufacturing is consist of several steps. First is designing of test bed two stages reciprocating compressor. The second is fabricating process consist of measurement instrument and compressor's component. Subsequently, testing proccess to ensure and guarantee to the components are able to do well and maximum performance. The results of bed compressor test are 1.69 HP of adiabatic maximum power, 1.72 HP of maximum utilized power of electricity, the maximum temperature which could be reached on 12 bars is 172 degree celcius, and the maximum efficiency of energy is 70,65 percent which could be produced.*

*Keywords: thermometer, adiabatic power, power of electricity, efficiency of energy*

## DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	5
KATA PENGANTAR .....	6
ABSTRAKSI .....	8
<i>ABSTRACT</i> .....	9
DAFTAR ISI.....	10
DAFTAR GAMBAR .....	13
DAFTAR TABEL.....	15
DAFTAR LAMPIRAN.....	16
DAFTAR NOTASI.....	17
BAB I PENDAHULUAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.1. Latar Belakang .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.2. Batasan Masalah .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.3. Tujuan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.4. Manfaat .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.5. Metodologi.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.6. Sistematika Penulisan Laporan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB II DASAR TEORI .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1. Pengertian Kompresi.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2. Teori Kompresi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.1. Hubungan antara Tekanan dan Volume .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.2. Hubungan antara Temperatur dan Volume.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.3. Persamaan Keadaan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.4. Kompresi Gas.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.4.1. Cara Kompresi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.4.2. Perubahan Temperatur .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.4.3. Efisiensi Volumetrik .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.4.4. Efisiensi Adiabatik.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.4.5. Volume Tangki Penerima .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

2.3.	Pengertian Kompresor.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4.	Klasifikasi Kompresor .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.5.	Cara Kerja Kompresor .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.5.1.	Cara Kerja Kompresor Satu Tingkat.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.5.2.	Cara Kerja Kompresor Dua Tingkat .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.6.	Konstruksi Kompresor Torak Dua tingkat.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.6.1.	Komponen Utama .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.6.2.	Komponen Pembantu .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>BAB III METODOLOGI.....</b>		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1.	Desain <i>Test Bed</i> Kompresor Torak Dua Tingkat .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1.1.	Spesifikasi Peralatan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1.2.	Komponen-komponen pada Panel Control	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1.3.	Desain Test Bed Kompresor Torak Dua Tingkat.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2.	Proses Fabrikasi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2.1.	Pembuatan Rangka.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2.2.	Perakitan Instrumen Alat Ukur dan Komponen Kompresor.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2.	Hasil Pembuatan <i>Test Bed</i> Kompresor Dua Tingkat.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3.	Proses Pengujian <i>Test Bed</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3.1.	Peralatan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3.2.	Instrumen Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3.3.	Persiapan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3.4.	Pengambilan Data .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>BAB IV .....</b>		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>ANALISIS PERHITUNGAN DATA .....</b>		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1.	Hasil Pengamatan Pengujian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.	Pengolahan Data .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.1.	Volume Langkah Kompresor.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.2.	Kapasitas Teoritis Kompresor.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.3.	Efisiensi Volumetrik .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.4.	Kapasitas Isap Kompresor .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.5.	Daya Adiabatis yang Diperlukan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

4.2.6.	Menghitung Efisiensi Energi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.7.	Menghitung Suhu Udara Pada Akhir Kompresi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3.	Kurva dari Hasil Perhitungan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3.1.	Hubungan Kurva Tekanan dengan Waktu .	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3.2.	Kurva Kapasitas Teoritis Dengan Tekanan	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3.3.	Kurva Kapasitas Hisap dengan Tekanan....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3.4.	Kurva Putaran Kompresor dengan Tekanan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3.5.	Kurva Daya Adiabatis dengan Tekanan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3.6.	Kurva Efisiensi Energi dengan Tekanan....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3.7.	Kurva Temperatur Keluar dengan Tekanan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3.8.	Kurva Hubungan Temperatur Intercooler dengan Tekanan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB V PENUTUP.....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.1.	Kesimpulan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.2.	Saran .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
DAFTAR PUSTAKA .....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
LAMPIRAN .....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kompresi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.2. Diagram T-S (aktual) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.3. Langkah Torak Kerja Tunggal .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.4. Diagram P-V dari Kompresor .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.5 Klasifikasi Kompresor.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.6 Langkah Isap .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.7 Langkah Kompresi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.8 Langkah Keluar .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.9 Proses kompresi kompresor dua tingkat.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.10 Pendingin Antara.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.11 Silinder dan Kepala Silinder .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.12 Torak dari Kompresor .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.13 Pelumasan Kompresor.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.14 Saringan Udara.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.15 Kontaktor.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.16 Tangki Udara.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.17 Katup Pengaman dan <i>Receiver dryer</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.1. kompresor torak dua tingkat.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.2 Motor Listrik .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.3 Tangki Kompresor.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gmabr 3.4 Pressure Gauge.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.5 Termometer .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.6 Amperemeter .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.7 Voltmeter.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.8 Cosphi meter .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.9 Desain Dudukan Kompresor .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambr 3.10 Desain Rangka Panel .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.11 Layout panel.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

Gambar 3.12 Desain Test Bed .....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.13 Piping Diagram .....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.14 Pengelasan Bagian Luar Landasan Tangki .... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.15 Pengelasan Bagian Dalam Landasan Tangki . **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.16 Pengelasan Landasan Motor.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.17 Pengeboran Baut Kompresor .....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.18 Pengelasan Penyangga Rangka .....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.19 Pengelasan Tiang Panel.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.20 Pengelasan Frame Panel.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.21 Pemasangan Tangki.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.22 Pemasangan Kompresor .....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.23 Pemasangan Air Filter Drier .....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.24 Skema Rangkaian Voltmeter dan Amperemeter.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.25 Pemasangan Cos Phi Meter.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.26 Pemasangan Thermocouple.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.27. Hasil Pembuatan test bed kompresor dua tingkat **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.1. Kurva Tekanan - Waktu .....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.2. Kurva Kapasitas Teoritis Kompresor - Tekanan....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.3 Kurva Kapasitas Hisap Kompresor – Tekanan **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.4. Kurva Putaran Kompresor - Tekanan..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.5. Kurva Daya Adiabatik – Tekanan .....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.6. Kurva Efisiensi Energi – Tekanan ....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.7. Kurva Kenaikan Temperatur – Tekanan ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.8. Kurva Hubungan Temperatur *Intercooler* - Tekanan ..... **Error! Bookmark not defined.**



## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Hasil pengambilan data .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4.2. Data Tangki .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4.3. Data Kompresor .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4.4. Data Pendukung Lainnya .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4.5. Hasil perhitungan volume teoritis. ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4.6. Hasil perhitungan laju massa udara .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4.7. Perhitungan kapasitas isap kompresor ..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4.8. Hasil perhitungan daya kompresor .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4.9. Hasil perhitungan efisiensi energi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4.10. Hasil perhitungan temperatur sisi discharge (teoritis) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>



## DAFTAR LAMPIRAN

Spesifikasi kompresor.....	75
----------------------------	----

## DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Penggunaan pertama halaman
P	Tekanan Mutlak ( $\text{kgf/m}^2$ ) atau Pa	7
V	Volume	7
G	Berat Gas (1,2 Kg) untuk udara	7
T	Temperatur mutlak	7
R	Konstanta Gas ( $287 \text{ J/ Kg } ^\circ\text{K}$ ) untuk udara	7
n	Indeks kompresi politropis (1,2)	9
$T_d$	Temperatur mutlak gas keluar kompresor ( $^\circ\text{K}$ )	10
$T_s$	Temperatur isap mutlak gas masuk kompresor ( $^\circ\text{K}$ )	10
m	Jumlah tingkat kompresi ; $m = 1, 2, 3, \dots$ dst	10
k	Perbandingan panas jenis gas = 1,4 untuk udara	10
$P_d$	Tekanan keluar dari tingkat terakhir ( $\text{kgf / m}^2 \text{ abs}$ )	15
$P_s$	Tekanan isap tingkat pertama ( $\text{kgf / m}^2 \text{ abs}$ )	15
$Q_{th}$	Kapasitas teoritis kompresor, $\text{m}^3/\text{min}$	11
$V_s$	Volume langkah kompresor, $\text{m}^3$	11
N	Kecepatan putaran	11
$Q_s$	Kapasitas isap kompresor, $\text{m}^3/\text{min}$	11
$v$	Efisiensi volumetric	13
	$V_c / V_s$ , volume sisa ( <i>clearance</i> ) relatif	14
$\eta_{ad}$	Efisiensi adiabatik keseluruhan (%)	14
$W_{ad}$	Daya adiabatik teoritis (kW)	15
$W_s$	Daya yang masuk pada poros kompresor (kW)	15
t	Lamanya pengisian kompresor (menit)	16
P1	Tekanan Sisi Isap	40
P2	Tekanan Sisi Keluar Torak Pertama	40
P3	Tekanan Sisi Keluar Torak Kedua	40
P4	Tekanan Tangki	40

T1	Temperatur Sisi Isap Torak Pertama	40
T2	Temperatur Sisi Keluar Torak Pertama	40
T3	Temperatur Sisi Isap Torak Kedua	40
T4	Temperatur Sisi Keluar Torak Kedua	40
T5	Temperatur Tangki	40
V	Tegangan Motor Listrik	40
I	Arus Motor Listrik	40
$N_k$	Putaran Kompresor	54
$N_m$	Putaran Motor	54
RH	Relative Humidity	54
$e$	Efisiensi energi	61