

**TUGAS AKHIR**

**ANALISA KEBUTUHAN TURBIN UNTUK PEMBANGKIT  
LISTRIK TENAGA SURYA 10 KW**

Diajukan Sebagai Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Strata Satu ( S1 )



**Disusun Oleh :**

**NAMA : AGUNG SETYADI**

**NIM : 41307010012**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS MERCU BUANA**

**JAKARTA**

**2011**

## **LEMBAR PERNYATAAN**

Yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Agung Setyadi

N.I.M : 41307010012

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik Industri

Judul Skripsi : ANALISA KEBUTUHAN TURBIN UNTUK PEMBANGKIT  
LISTRIK TENAGA SURYA 10 KW

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan skripsi yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan skripsi ini merupakan hasil plgiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan tata tertib di Universitas Mercu Buana.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Jakarta, 5 Juli 2011

Agung Setyadi

# **LEMBAR PENGESAHAN**

## **ANALISA KEBUTUHAN TURBIN UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA 10 KW**

### **TUGAS AKHIR**

**Disusun Oleh:**

**AGUNG SETYADI**

**41307010012**

Diajukan Untuk Memenuhi

Persyaratan Kurikulum Sarjana Strata-1

Jakarta, 5 Juli 2011

Menyetujui,

Mengetahui,

Dr.H. Abdul Hamid, M.Eng  
Kordinator Tugas Akhir

Ir. Rully Nutranta, M.Eng  
Dosen Pembimbing

## **KATA PENGANTAR**

Alhamdulillah, berkat rahmat Allah SWT, penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini dengan baik, mudah-mudahan ini bermanfaat bagi diri pribadi, adik kelas saya, pada jurusan Teknik Mesin Universitas Mercu Buana pada umumnya dapat juga menambah kepustakaan yang ada.

Adapun tujuan utama penyusunan dari tugas akhir ini, untuk memenuhi kurikulum jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Industri Universitas Mercu Buana, yang diwajibkan kepada setiap mahasiswa Teknik Mesin. Penyusunan tugas Akhir ini juga merupakan salah satu syarat untuk dapat menyelesaikan program strata satu (S1).

Pada tugas akhir ini penulis mengambil judul “ANALISA KEBUTUHAN TURBIN UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA 10 KW”. Laporan akhir ini disusun berdasarkan kegiatan pendidikan selama kuliah dan ditambah dengan berbagai referensi yang telah dilakukan oleh penyusun.

Selama melakukan Tugas Akhir ini, penyusun mendapat banyak bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, karena itu penyusun ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bpk Dr.Abdul Hamid, M.Eng, selaku Kaprodi Teknik Mesin dan juga koordinator Tugas Akhir Program Study Teknik Mesin, Fakultas Teknik Industri, Universitas Mercubuana.

2. Bpk Ir.Ruli Nutranta M.Eng selaku pembimbing Tugas Akhir saya yang telah memberikan bimbingan, masukan, dorongan serta arahan yang bermanfaat untuk penulis.
3. Kepada kedua Orang Tua saya, yang telah membantu baik materi maupun moril serta do'a.
4. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Mesin 2007

Akhirnya penyusun berharap, semoga bermanfaat, khususnya bagi penulis dan juga untuk pembaca pada umumnya, dengan segala keterbatasan, terima kasih untuk semua.

Jakarta, 5 Juli 2011

Penyusun

## ABSTRAK

Saat ini masyarakat memerlukan adanya pembangkit alternatif , yaitu turbin. Dengan adanya sumber daya alam seperti energi matahari dapat dimanfaatkan untuk mengatasi permasalahan listrik. Untuk itu dengan mengkaji turbin sebagai bagian dari pembangkit listrik diperlukan juga perencanaan yang baik dengan perhitungan yang sistematis.

Turbin adalah mesin penggerak dimana energi fluida kerja dipergunakan langsung untuk memutar roda turbin. Jadi, berbeda dengan yang terjadi pada mesin torak, pada turbin tidak terdapat bagian mesin yang bergerak translasi. Bagian turbin yang berputar dinamai rotor atau roda turbin, sedangkan bagian yang tidak berputar dinamai stator atau rumah turbin.

Penulisan Tugas Akhir ini bertujuan untuk mencari daya turbin yang dihasilkan dari masing-masing laju aliran sehingga tidak terjadi pemborosan energi . Dari hasil perhitungan secara teoritis diperoleh data-data sebagai berikut :

- Untuk 3 LPM dapat menghasilkan daya turbin sebesar 5,148kW
- Untuk 5 LPM dapat menghasilkan daya turbin sebesar 8,42 kW
- Untuk 8 LPM dapat menghasilkan daya turbin sebesar 12,7205 kW

**Kata kunci:** Turbin, parabolic solar concentrator

## NOMENKLATUR

<u>Simbol</u>	<u>Keterangan</u>	→	<u>Satuan</u>
$Q_1 =$	Energi panas	→	$\frac{kJ}{kg}$
$Q_2 =$	Energi panas	→	$\frac{kJ}{kg}$
$W_{ou} =$	Kerja output	→	$\frac{kJ}{kg}$
$W_{in} =$	Kerja pompa		
$\eta_{th} =$	Effisiensiy thermis	→	%
$V_3 =$	Kecepatan absolut uap menumbuk sudu	→	m/s
$V_r =$	Kecepatan relatip uap terhadap sudu	→	m/s
$V_b =$	Kecepatan sudu (blade)	→	m/s
$V_4 =$	kecepatan uap meninggalkan sudu	→	m/s
$V_1 =$	Kecepatan uap masuk turbin	→	m/s
$V_2 =$	Kecepatan uap meninggalkan (keluar) turbin	→	m/s
$h_1 =$	Entalpy uap masuk ke turbin	→	$\frac{kJ}{kg}$

$h_2$	=	Entalpy uap keluar dari turbin	→	$\frac{kJ}{kg}$
$q$	=	Rugi-rugi panas per satuan massa uap pada turbin		
$\dot{m}_{ua}$	=	Daya air	→	$\frac{kg}{s}$
$T$	=	Temperatur	→	$^{\circ}C$
$h$	=	Entalpi	→	$\frac{kJ}{kg}$
$h_f$	=	Sat. liquid	→	$\frac{kJ}{kg}$
$h_{fg}$	=	Evap.	→	$\frac{kJ}{kg}$
$S$	=	Entropy	→	$\frac{kJ}{kg \cdot k}$
$S_f$	=	Sat. liquid	→	$\frac{kJ}{kg \cdot k}$
$S_{fg}$	=	Evap.	→	$\frac{kJ}{kg \cdot k}$
$\eta_t$	=	Efisiensi turbin	→	%
$E$	=	Energi	→	$\frac{kJ}{kg}$
$W_{t,i}$	=	Kerja turbin isentropik	→	$\frac{kJ}{kg}$
$X_{4,s}$	=	Kualitas uap	→	$\frac{kJ}{kg}$
$W_{t,rih}$	=	Kerja yang dihasilkan turbin	→	$\frac{kJ}{kg}$
$W$	=	Daya yang dihasilkan turbin	→	kW



# DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN	
LEMBAR PENGESAHAN	
KATA PENGANTAR .....	i
ABSTRAK .....	iii
DAFTAR NOTASI .....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	3
1.3 Pembahasan Masalah.....	3
1.4 Metodologi Penelitian.....	4
1.5 Waktu dan Tempat.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Sistem Tenaga Uap .....	6
2.2 Rankine Cycle.....	7
2.3 Turbin.....	11
2.4 Prinsip Kerja Turbin.....	14

2.5 Sudu-Sudu Turbin .....	15
2.6 Jenis-Jenis Turbin.....	18
2.6.1 Turbin Banki.....	18
2.6.2 Turbin Fourneyron .....	20
2.6.3 Turbin Girard. ....	21
2.6.4 Turbin Turgo.....	22
2.6.5 Turbin Jonval.....	23
2.6.6 Turbin Thomson.....	24
2.6.7 Turbin Deriaz.....	24
2.6.8 Turbin Heber.....	24
2.6.9 Turbin Schwan krug.....	25
2.6.10 Turbin Pipa / Tubular.....	25

### BAB III PENGUMPULAN DATA

3.1 Presedur Pengujian.....	28
3.2 Komponen Pengujian.....	28
3.2.1 Panel Parabolic Solar Concentrator.....	28
3.2.2 Termkopel.....	30
3.2.3 Termometer.....	30
3.2.4 Tangki Air.....	31
3.2.5 Katup dan Bypass .....	32
3.2.6 Pompa Air.....	32
3.2.7 Flowmeter .....	33
3.2.8 Pyranometer.....	33
3.3 Instalasi Pengujian.....	35
3.4 Data Hasil Pengujian .....	37

## BAB IV PENGOLAHAN DAN ANALISA DATA

4.1 Data Teknis.....	48
4.2.1 Debit 3 LPM.....	48
4.2.2 Debit 5 LPM.....	49
4.2.3 Debit 8 LPM.....	50
4.2 Perhitungan Performance/Kebutuhan Turbin Pada PLTS.....	50
4.2.1 Dengan menggunakan debit sebesar 3LPM.....	50
4.2.1.1 Persamaan balance energi di turbin.....	51
4.2.1.2 Estimasi $h_{4s}$ .....	51
4.2.1.3 Estimasi $h_4$ .....	52
4.2.1.4 Kerja yang dihasilkan turbin.....	52
4.2.1.5 Daya yang dihasilkan turbin.....	53
4.2.2 Dengan menggunakan debit sebesar 5 LPM.....	53
4.2.2.1 Persamaan balance energi di turbin.....	54
4.2.2.2 Estimasi $h_{4s}$ .....	54
4.2.2.3 Estimasi $h_4$ .....	55
4.2.2.4 Kerja yang dihasilkan turbin.....	55
4.2.2.5 Daya yang dihasilkan turbin.....	55
4.2.3 Dengan menggunakan debit sebesar 5 LPM.....	56
4.2.3.1 Persamaan balance energi di turbin.....	56
4.2.3.2 Estimasi $h_{4s}$ .....	57
4.2.3.3 Estimasi $h_4$ .....	57
4.2.3.4 Kerja yang dihasilkan turbin.....	58
4.2.3.5 Daya yang dihasilkan turbin.....	58

BAB V KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan .....59

5.2 Saran .....61

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

## DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 3.1	Spesifikasi dari Kipp & Zonen pyranometer... ..34
Tabel 3.2	Data radiasi dan temperatur debit aliran 8 LPM.....38
Tabel 3.3	Data radiasi dan temperatur debit aliran 5 LPM.....41
Tabel 3.4	Data radiasi dan temperatur debit aliran 3 LPM.....44

## DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 2.1	skema diagram aliran uap dan cairan pada mesin/ turbin uap .....7
Gambar 2.2a	skema diagram aliran uap pada.. rankine cycle .....8
Gambar 2.2b	diagram p-v rankine cycle.....8
Gambar 2.2c	diagram T-S rankine cycle.....8
Gambar 2.2d	diagram n-s rankine cycle.....9
Gambar 2.3	sebuah turbin air (KAPLAN).... 11
Gambar 2.4	perkiraan perbandingan ukuran gambar generator listrik dengan putaran yang berbeda .....14
Gambar 2.5	sebuah roda turbin.....14
Gambar 2.6	pandangan muka dan irisan memanjang sebuah roda turbin .....15
Gambar 2.7	turbin uap/gas.....16
Gambar 2.8	turbin banki rancangan jerman.....19
Gambar 2.9	rancangan alternatif dari turbin banki.....19
Gambar 2.10	turbin reaksi dengan aliran ke luar.....21
Gambar 2.11	turbin girard.....21
Gambar 2.12	turbin turgo.....22
Gambar 2.13	turbin reaksi dengan aliran kedalam.....23

Gambar 2.14	turbin jonval.....	23
Gambar 2.15	turbin heber.....	24
Gambar 2.16	turbin schwan krug.....	25
Gambar 2.17	turbin pipa/tubular.....	26
Gambar 3.1	penampang pipa absorber dan ..... dimensinya dalam mm	29
Gambar 3.2	panel parabolic solar concentrator.....	29
Gambar 3.3	termkopel.....	30
Gambar 3.4	termometer.....	30
Gambar 3.5	termometer constant.....	30
Gambar 3.6	tangki air.....	31
Gambar 3.7	katup by pas.....	32
Gambar 3.8	pompa air aksial (kiri) ..... dan pompa air sentrifugal (kanan)	33
Gambar 3.9	flowmeter.....	33
Gambar 3.10	pyranometer kipp & zonen tipe CM5 dan ..... multimeter fluke tipe 189	34
Gambar 3.11	peta lokasi depok.....	35
Gambar 3.12	peta lokasi Universitas Indonesia .....	35
Gambar 3.13	pemasangan Pyranometer pada..... rig panel kolektor	37
Gambar 4.1	skema balance energi turbin 3 LPM.....	50
Gambar 4.2	diagram proses 3 LPM.....	51
Gambar 4.3	skema balance energi turbin 5 LPM.....	53

Gambar 4.4	diagram proses 5 LPM.....	53
Gambar 4.5	skema balance energi turbin 8 LPM.....	56
Gambar 4.6	diagram proses 8 LPM.....	56



## DAFTAR PUSTAKA

1. Arismunandar, Wiranto. Penggerak Muka Turbin, ITB, Bandung, 1988.
2. Dietzel, Fritz Sriyono Dakso. Turbin Pompa Dan Kompresor, Erlangga, Jakarta, 1990
3. Paryatmo, Wibowo. Turbin Air, Graha Ilmu, Jakarta, 2007.
4. Saad, Michel A. Termodinamika Prinsip Dan Aplikasi, Prenhallindo, Jakarta, 2000.
5. William C Reynolds, Henry C. Perkins, Filiono Harahap. Termodinamika Teknik, Erlangga, Jakarta, 1991
6. [http://highered.mcgraw-hill.com/sites/dl/free/0073529214/395307/appdxxs1\\_2.pdf](http://highered.mcgraw-hill.com/sites/dl/free/0073529214/395307/appdxxs1_2.pdf)

# LAMPIRAN