

**TUGAS AKHIR**

**PERANCANGAN DAN PENGUJIAN TURBIN  
KAPLAN PADA KETINGGIAN (H) 4 M SUDUT  
SUDU PENGARAH 30° DENGAN VARIABEL  
PERUBAHAN DEBIT (Q) DAN SUDUT SUDU  
JALAN**



Tugas Akhir Ini Disusun Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar  
Sarjana S-1 Pada Jurusan Teknik Mesin  
Universitas Muhammadiyah Surakarta

**Disusun oleh :**

**ANDI SUSANTO**  
**NIM : D200 080 087**

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2013**

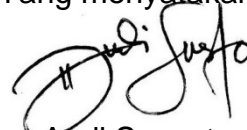
## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul : **“PERANCANGAN DAN PENGUJIAN TURBIN KAPLAN PADA KETINGGIAN (H) 4 M SUDUT SUDU PENGARAH 30° DENGAN VARIABEL PERUBAHAN DEBIT (Q) DAN SUDUT SUDU JALAN ”**

Yang dibuat untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan/atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan dilingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, Maret 2013

Yang menyatakan,



Andi Susanto

## HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir ini berjudul “Perancangan Dan Pengujian Turbin Kaplan Pada Ketinggian (H) 4 M Sudut Sudu Pengarah 30° Dengan Variabel Perubahan Debit (Q) Dan Sudut Sudu Jalan”, telah disetujui oleh pembimbing untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh derajat Sarjana (Strata 1) Teknik Mesin di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh:

Nama : Andi Susanto  
Nim : D 200 080 087

Disetujui pada:

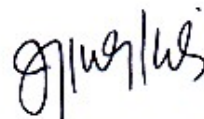
Hari : Kamis  
Tanggal : 21/03/2013

Pembimbing Utama



(Ir. Sartono Putro, MT.)

Pembimbing Pendamping



(Nur Aklis, ST)

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini berjudul "Perancangan Dan Pengujian Turbin Kaplan Pada Ketinggian (H) 4 M Sudut Sudu Pengarah 30° Dengan Variabel Perubahan Debit (Q) Dan Sudut Sudu Jalan " telah dipertahankan dihadapan dewan penguji dan disahkan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh:

Nama : Andi Susanto  
Nim : D 200 080 087

Disahkan pada:

Hari : Kamis  
Tanggal : 21/03/2013

Tim Penguji

Ketua : Ir. Sartono Putro, MT.

Anggota 1 : Nur Aklis, ST.

Anggota 2 : Ir. Subroto, MT.

(  
(  
(

Mengetahui,

Dekan

  
Ir. Agus Riyanto, MT

Ketua Jurusan

  
Ir. Sartono Putro, MT

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Berdasarkan surat Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Nomor 210/A.3-II/TM/TA/X/2012. Tanggal 03 Oktober 2012

dengan ini :

Nama : Sartono Putro, Ir., M.T.  
Pangkat/Jabatan : Lektor  
Kedudukan : Pembimbing Utama / Pembimbing Kedua \*)  
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

memberikan Soal Tugas Akhir kepada mahasiswa :

Nama : Andi Susanto  
Nomor Induk : D 200 080 087  
NIRM : -  
Jurusan/Semester : Teknik Mesin / Akhir  
Judul/Topik : PERANCANGAN DAN PENGUJIAN TURBIN KAPLAN DENGAN VARIABEL  
PERUBAHAN SUDUT SUDU JALAN  
Rincian Soal/Tugas :  
- KONSTRUKSI / DESIGN SUDU PENGARUH – JALAN  
- DAYA TURBIN  
- PUTARAN TURBIN

Demikian soal tugas akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 03 Oktober 2012.....

Pembimbing



Sartono Putro, Ir., M.T.

Cc. : Nur Aklis, S.T., M.T.  
Asisten Ahli

**Keterangan :**

- \*) Coret salah satu
- 1. Warna biru untuk Kajur
- 2. Warna kuning untuk Pembimbing I
- 3. Warna merah untuk Pembimbing II
- 4. Warna putih untuk mahasiswa

## **MOTTO**

*Dan bahwasanya seorang manusia tiada memperoleh selain apa yang telah diusahakannya.*

*( Q.S. An Najm : 39 )*

*Janganlah kamu menjadi seorang yang pintar tetapi jadilah seorang yang benar, Karena orang pintar belum tentu benar tapi orang benar sudah pasti pintar.*

*janganlah engkau ikuti apa yang engkau tidak mempunyai ilmu tentangnya, sesungguhnya pendengaran, pengelihatannya dan hati semuanya itu akan di Tanya.*

*(QS Al-Isra': 36).*

*Maka apabila kamu telah selesai (dari sesuatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain.*

*(QS Al-Insyirah : 7)*

*Bekerjalah untuk duniamu seakan-akan kau hidup selamanya, beribadallah untuk akhiratmu seakan-akan kau mati besok.*

*( Al Hadist )*

*Dan bahwasannya seorang manusia tiada memperoleh selain apa yang diusahakannya. Dan bahwasannya usahanya itu kelak akan diperlihatkan*

*(Kepada-Nya).*

*(QS An-Najm : 39-40)*

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan penuh harap ridho Allah SWT teriring perasaan syukur dan sabar yang mendalam serta penghargaan yang tinggi, setelah melewati berbagai ujian dalam perjuangan yang abadi, Saya mempersembahkan Tugas Akhir ini kepada :

- Bapak ( *Gunadi* ) dan Ibu ( *Nani* ) yang dengan segala kasih sayang, kesabaran, keikhlasan dan pengorbanannya, senantiasa mendukung, membimbing dan mendo'akanku.
- Keluargaku ( *Liya Susanti, Harjanto, Tasya* ) dan semua keluarga yang sudah membantu dan mensupport saya.
- Sahabatku ( *teman-teman angkatan 2008 teknik mesin yang selalu kompak, saling mendukung dan berbagi tidak akan saya lupakan* )
- Almamater ( *Universitas Muhammadiyah Surakarta* )
- Dosen Universitas Muhammadiyah Surakarta Teknik Mesin yang telah membimbing saya didalam perkuliahan.
- Bapak Dosen pembimbing akedemik *Bambang Waluyo F,ST, MT.*, Bapak Dosen pembimbing satu tugas akhir *Ir. Sartono Putro, MT.*, dan Bapak Dosen pembimbing dua tugas akhir *Nur Aklis,.ST.*, saya berterima kasih atas penggarahan dan bimbingan yang banyak diberikan di Universitas Muhammadiyah Surakarta.

## KATA PENGANTAR

Segala puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia- Nya yang telah terlimpahkan kepada penulis, sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Sholawat dan salam semoga selalu dilimpahkan kepada Nabi Besar Muhammad SAW, beserta keluarga dan sahabat-sahabatnya, Amien.

Adapun Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan Sidang Sarjana S-1 pada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak , secara moril maupun materiil. Oleh karena itu pada kesempatan ini, penulis sampaikan rasa terimakasih yang tulus, kepada :

1. Bapak Ir. Agus Riyanto, MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Ir. Sartono Putro, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Ir. Sartono Putro, MT., selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing, mengarahkan, memberi petunjuk dalam penyusunan Tugas Akhir ini
4. Bapak Nur Aklis, ST., selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan arahnya.



5. Bapak, Bambang Waluyo F,ST, MT., selaku Pembimbing Akademik.
6. Dosen jurusan Teknik Mesin beserta Staf Tata Usaha Fakultas Teknik
7. Bapak (Gunadi) yang telah memberikan kasih sayang, mendidik dan membesarkan penulis.
8. Ibu (Nani) yang senantiasa mencintai, menyayangi, memberikan dukungan dan mendo'akan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
9. Kakak - kakakku ( Liya Susanti, Harjanto, Tasya ) yang selalu memberikan dukungan dan do'a.
10. Teman angkatan 2008 yang sudah banyak membantu saya dan mendukung saya dalam perkuliahan selama di Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Akhir kata, penulis mohon maaf sebelum dan sesudahnya, jika sekiranya terdapat kesalahan dan kekurangan dalam penulisan Tugas Akhir ini, yang disebabkan adanya keterbatasan-keterbatasan antara lain waktu, dana, literatur yang ada, dan pengetahuan yang penulis miliki. Harapan penulis semoga laporan ini bermanfaat untuk pembaca.

Tugas Akhir ini semoga dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan pihak lain yang membutuhkan, Amin ya Robbaallamin.

Surakarta, Maret 2013

Penulis

# PERANCANGAN DAN PENGUJIAN TURBIN KAPLAN PADA KETINGGIAN (H) 4 M SUDUT SUDU PENGARAH 30° DENGAN VARIABEL PERUBAHAN DEBIT (Q) DAN SUDUT SUDU JALAN

Andi Susanto, Sartono Putro, Nur Akli  
Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Jl. A.Yani Tromol Pos I Pabelan, Kartasura.  
Email : [andisusanto527@yahoo.com](mailto:andisusanto527@yahoo.com)

## ABSTRAKSI

*Turbin Kaplan adalah turbin yang menggunakan air sebagai fluida kerjanya. Prinsip kerja turbin Kaplan adalah memanfaatkan semaksimal mungkin energi air yang dapat ditangkap oleh peralatan utamanya yaitu roda jalan yang digunakan untuk memutar generator. Dalam rancang bangun Turbin Kaplan hal perlu diperhatikan adalah besar kecilnya debit air serta ketinggian air jatuh. Tujuan Penulisan tugas akhir ini adalah untuk mendapatkan desain turbin Kaplan dengan sudut sudu pengarah 30° dan variasi sudut sudu jalan.*

*Pengujian turbin Kaplan ini mengacu pada data pengukuran yang diperoleh dari survey aliran air di Waduk Lalung, Kabupaten Karanganyar dengan ketinggian (H) 4m, Debit air (Q) 0,135 m<sup>3</sup>/s, sudut sudu pengarah 30°, diameter luar turbin (Dl) = 30 cm, diameter pada leher poros turbin (Dn) = 13 cm, dan diameter tengah turbin (Dm) = 21,5 cm dengan variasi perubahan debit air dan sudut sudu jalan.*

*Dari pengujian turbin Kaplan diperoleh hasil putaran turbin tertinggi berada pada sudut sudu jalan 45° dengan putaran 485,3 rpm dan debit 132 dm<sup>3</sup>/s. Hal ini dikarenakan luas permukaan baling-baling yang menerima aliran air maksimal sehingga tekanan air yang mengenai roda jalan juga maksimal dan menyebabkan putaran turbin bertambah.*

**Kata kunci : turbin Kaplan, sudu turbin, putaran turbin**

## DAFTAR ISI

Halaman Judul .....	i
Pernyataan Keaslian Skripsi .....	ii
Halaman Persetujuan .....	iii
Halaman Pengesahan .....	iv
Lebar Soal Tugas Akhir .....	v
Halaman Motto.....	vi
Halaman Persembahan .....	vii
Kata Pengantar .....	viii
Abstraksi .....	x
Daftar Isi .....	xi
Daftar Gambar.....	xiv
Daftar Tabel.....	xvi

### BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
1.5 Batasan Masalah .....	4
1.6 Sistematika Penulisan .....	5

### BAB II DASAR TEORI

2.1 Kajian Pustaka.....	7
2.2 Landasan Teori.....	8
2.2.1 Turbin Air.....	8
2.2.2 Turbin Kaplan .....	10
2.3 Pemilihan Jenis Turbin .....	12
2.3.1 Berdasarkan Tinggi Jatuh (H) dan Jumlah Putaran Spesifik ( $n_{qr}$ ), .....	12
2.3.2. Berdasarkan Kecepatan Spesifik .....	13
2.3.3. Berdasarkan Debit dan Head .....	14
2.3.4. Berdasarkan Efisiensi dan Daerah Kerja .....	16
2.4. Rumus Perhitungan Jenis Turbin Kaplan	
2.4.1.Kecepatan Spesifik ( $nq$ ) .....	17
2.4.2 Kecepatan Keliling Turbin (u) .....	17
2.4.2.1 Kecepatan Keliling Bagian Luar Sudu ( $u_L$ ).....	17

2.4.2.2 Kecepatan Keliling Bagian Leher Poros ( $u_N$ )	18
2.4.2.3 Kecepatan Keliling Bagian Tengah Sudu ( $u_M$ )	18
2.4.3. Diameter Turbin (D)	18
2.4.3.1 Diameter Luar Sudu Turbin ( $D_L$ )	19
2.4.3.2 Diameter Leher Poros Sudu Turbin ( $D_N$ )	19
2.4.3.3 Diameter Tengah Sudu Turbin ( $D_M$ )	19
2.4.4. Segitiga Kecepatan	19
2.4.5. Kecepatan Aliran ( $V_{air}$ )	20
2.4.6. Profil Sudu Turbin	20
2.4.6.1 Profil Sudu Bagian Luar	21
2.4.6.2 Profil Sudu Bagian Tengah	24
2.4.6.3 Profil Sudu Bagian Leher	25
2.4.7. Tinggi Sudu Pengarah	26
2.4.8. Daya Turbin [ P ]	27
2.4.9. Gaya Aksial [ w ]	27
2.4.10. Efisiensi [ $\tau$ ]	28

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir	29
3.2. Bahan dan Alat	30
3.3. Tahap Pengujian	31
3.4. Instalasi Penelitian	32
3.5. Lokasi Penelitian	33
3.6. Analisa Perhitungan	33
3.6.1. Kecepatan Spesifik	33
3.6.2. Kecepatan Keliling Turbin	34
3.6.3. Diameter Turbin (D)	35
3.6.4 Segitiga Kecepatan	36
3.6.5. Tinggi Sudu Pengarah	50
3.6.6. Daya Turbin [ P ]	50
3.6.7. Gaya Aksial [ w ]	51
3.6.8. Efisiensi [ $\tau$ ]	52

### BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Spesifikasi Turbin dan Foto Hasil Perancangan	53
4.2. Hasil Pengujian Turbin	58
4.3. Pembahasan	60
4.3.1. Bukaan 1	60
4.3.2. Bukaan 2	61
4.3.3. Bukaan 3	62

4.3.4. Bukaan 4.....	63
4.3.4. Bukaan 1 – Bukaan 4.....	64

**BAB V PENUTUP**

5.1. Kesimpulan .....	66
5.2. Saran.....	67

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1.</b> Turbin Kaplan. ....	11
<b>Gambar 2.2.</b> Instalasi pembangkit dengan turbin kaplan .....	12
<b>Gambar 2.3.</b> Daerah penggunaan dari beberapa jenis konstruksi turbin yang berbeda .....	13
<b>Gambar 2.4.</b> Tinggi jatuh air aktual untuk turbin tekanan .....	15
<b>Gambar 2.5.</b> Tinggi jatuh air aktual untuk tekanan lebih .....	16
<b>Gambar 2.6.</b> Grafik pembebanan turbin. ....	17
<b>Gambar 2.7.</b> Sket Turbin Kaplan .....	18
<b>Gambar 2.8.</b> Segitiga kecepatan dan profil sudut sudu .....	20
<b>Gambar 2.9.</b> Sket profil sudu turbin.....	21
<b>Gambar 2.10.</b> segitiga kecepatan bagian luar .....	21
<b>Gambar 2.11.</b> Koefisien gaya angkat dari tahanan .....	22
<b>Gambar 2.12.</b> Grafik kecepatan Spesifik ( $n_q$ ) .....	23
<b>Gambar 2.13.</b> segitiga kecepatan bagian tengah .....	24
<b>Gambar 2.14.</b> segitiga kecepatan bagian leher .....	25
<b>Gambar 3.1.</b> Skema diagram alir.....	29
<b>Gambar 3.2.</b> Tachometer .....	30
<b>Gambar 3.3.</b> Stopwatch.....	30
<b>Gambar 3.4.</b> Pipa .....	31
<b>Gambar 3.5.</b> Instalasi Penelitian.....	32
<b>Gambar 3.6.</b> Sket turbin .....	35
<b>Gambar 3.7.</b> Segitiga kecepatan untuk diameter luar ( $D_L$ ) .....	38
<b>Gambar 3.8.</b> Segitiga kecepatan diameter untuk tengah ( $D_M$ ) .....	41
<b>Gambar 3.9.</b> Segitiga kecepatan untuk diameter leher ( $D_N$ ).....	44
<b>Gambar 3.10.</b> Profil sudu diameter leher ( $D_N$ ) .....	47
<b>Gambar 3.11.</b> Profil sudu diameter tengah ( $D_M$ ).....	48
<b>Gambar 3.12.</b> Profil sudu diameter tengah ( $D_L$ ) .....	49
<b>Gambar 4.1.</b> Sudu Turbin Kaplan.....	54
<b>Gambar 4.2.</b> Sudu jalan dilihat dari atas .....	54
<b>Gambar 4.3.</b> Sudu jalan dilihat dari samping.....	55
<b>Gambar 4.4.</b> Sudu pengarah dan sudu jalan.....	55
<b>Gambar 4.5.</b> Lokasi penelitian.....	56
<b>Gambar 4.6.</b> Instalasi turbin Kaplan .....	56
<b>Gambar 4.7.</b> Pengukuran debit air .....	57
<b>Gambar 4.8.</b> Pengukuran putaran turbin .....	57
<b>Gambar 4.9.</b> Grafik hubungan putaran turbin dengan sudut sudu jalan pada bukaan 1 .....	60

<b>Gambar 4.10.</b> Grafik hubungan putaran turbin dengan sudut sudu jalan pada bukaan 2 .....	61
<b>Gambar 4.11.</b> Grafik hubungan putaran turbin dengan sudut sudu jalan pada bukaan 3 .....	62
<b>Gambar 4.12.</b> Grafik hubungan putaran turbin dengan sudut sudu jalan pada bukaan 4 .....	63
<b>Gambar 4.13.</b> Grafik hubungan putaran turbin dan sudut sudu jalan dengan variasi perubahan debit air (Q) .....	64

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.</b> Pemilihan jenis turbin berdasarkan kecepatan spesifik. ....	14
<b>Tabel 2.</b> Perhitungan Segitiga Kecepatan .....	46
<b>Table 3.</b> Data hasil pengujian turbin Kaplan .....	58