

ANALISIS KAVITASI PADA TURBIN SENTRIFUGAL MENGGUNAKAN  
METODE *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS*



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA 2017

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS KAVITASI PADA TURBIN SENTRIFUGAL MENGGUNAKAN  
METODE *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS*



Disusun Oleh:

Nama : Khairul Siddik

NIM : 41313010046

Program Studi : Teknik Mesin

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (SI)

JULI 2017

## LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Khairul Siddik

N.I.M : 41313010046

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Skripsi : Analisis Kavitas Pada Turbin Sentrifugal Menggunakan Metode  
*Computational Fluid Dynamics*

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

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

Jakarta, 25/Juli/2017



(Khairul Siddik)

**LEMBAR PENGESAHAN**

Analisis Kavitasi Pada Turbin Sentrifugal Menggunakan Metode *Computational Fluid Dynamics*



Disusun Oleh:

Nama : Khairul Siddik  
NIM : 41313010046  
Program Studi : Teknik Mesin

Mengetahui,

Dosen Pembimbing



(Alief Avicenna Luthfie, S.T., M.Eng.)

Koordinator Tugas Akhir



(Haris Wahyudi, S.T., M.Sc.)

## PENGHARGAAN

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan petunjuknya saya dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Laporan Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu kurikulum di jurusan Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.

Pada kesempatan ini, saya mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang telah mendukung, memberikan pembelajaran-pembelajaran, bimbingan, dan bantuan hingga terselesaikannya laporan ini. Adapun pihak-pihak tersebut adalah:

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunianya.
2. Kedua orang tua dan keluarga atas doa, perhatian, bantuan moral maupun moril dan nasihatnya.
3. Bapak Arisetyanto Nugroho, selaku rektor Universitas Mercu Buana.
4. Bapak Sagir Alva, selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin.
5. Bapak Haris Wahyudi, selaku koordinator Tugas Akhir.
6. Bapak Alief Avicenna Luthfie, selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
7. Dewi Hardiyanti yang selalu memberikan semangat dan supportnya selama saya mengerjakan Tugas Akhir.
8. Teman-teman Teknik Mesin Universitas Mercu Buana yang telah membantu memberikan banyak masukan untuk dapat menyusun laporan ini.

Semoga Allah melimpahkan Rahmat dan Hidayahnya atas segala kebaikan yang telah diberikan. Sangat disadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan pada Laporan Tugas Akhir ini, oleh karena itu, penyusun mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca dalam penyempurnaan laporan ini. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi rekan mahasiswa Teknik Mesin pada umumnya.

Jakarta, 25 Juli 2017

Khairul Siddik

## ABSTRAK

Turbin sentrifugal adalah hasil modifikasi pompa sentrifugal menjadi turbin. Salah satu masalah yang terjadi pada turbin sentrifugal adalah kavitasi. Pada penelitian ini difokuskan untuk mengetahui terjadinya kavitasi pada turbin sentrifugal menggunakan metode *computational fluid dynamics*. Penelitian ini diawali dengan mendesain pipa *penstock* dan turbin sentrifugal. Kemudian desain tersebut divariasikan menggunakan 3 ketinggian *gross head* yaitu sebesar 2 m, 3 m, dan 4 m. Pada masing- masing *gross head* di variasikan 5 kecepatan putar yaitu 100 rpm, 200 rpm, 300 rpm, 400 rpm, dan 500 rpm. Hasil simulasi dianalisa untuk mengetahui terjadinya kavitasi pada setiap posisi *gross head*. Kavitasi bisa diprediksi menggunakan persamaan *thoma number* dan *plant thoma number*. Jika *thoma number* lebih kecil dari *plant thoma number* maka kavitasi tidak akan terjadi. Menurut persamaan tersebut pada *gross head* 2 m, 3m, dan 4 m tidak terjadi kavitasi tetapi dengan simulasi CFD kavitasi terjadi. Hal tersebut terjadi karena persamaan *thoma number* dan *plant thoma number* hanya terfokus variasi *gross head* dan tidak terfokus pada variasi kecepatan putar.

**Kata kunci:** Turbin Sentrifugal, Kavitasi, *Thoma number*, *Plant thoma number*, *computational fluid dynamics*.

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## DAFTAR ISI

		<b>Halaman</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN</b>		i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>		ii
<b>PENGHARGAAN</b>		iii
<b>ABSTRAK</b>		iv
<b>DAFTAR ISI</b>		v
<b>DAFTAR GAMBAR</b>		vii
<b>DAFTAR TABEL</b>		x
<b>BAB I</b>	<b>PENDAHULUAN</b>	
1.1	Latar Belakang	1
1.2	Rumusan Masalah	2
1.3	Tujuan Penelitian	2
1.4	Batasan dan Ruang Lingkup Penelitian	2
	1.4.1 Batasan penelitian	2
	1.4.2 Ruang lingkup penelitian	3
1.5	Sistematika Penulisan	3
<b>BAB II</b>	<b>TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1	Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro	5
	2.1.1 Keuntungan pembangkit listrik tenaga mikro hidro	6
	2.1.2 Komponen pembangkit listrik tenaga mikro hidro	6
2.2	Parameter <i>Penstock</i>	10
2.3	Turbin Air	14
	2.3.1 Turbin impuls	15
	2.3.2 Turbin reaksi	17
2.4	<i>Pump As Turbine</i>	21
2.5	Kavitasi	23
2.6	<i>Computational Fluid Dynamics</i>	25
	2.6.1 Manfaat <i>computational fluid dynamic</i>	26
	2.6.2 Langkah-langkah simulasi dengan metode CFD	27

<b>BAB III</b>	<b>METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1	Pendahuluan	32
3.2	Alat Bantu Penelitian	33
3.3	Metode Pengumpulan Data	34
3.4	Desain <i>Penstock</i> dan Turbin Sentrifugal	34
	3.4.1 Desain <i>penstock</i>	34
	3.4.2 Desain <i>casing, rotation region, dan impeller</i>	35
3.5	Perhitungan Laju Aliran pada <i>Penstock</i>	37
3.6	Perhitungan Tekanan Total pada <i>Penstock</i>	37
3.7	Simulasi Menggunakan <i>Ansys CFX</i>	37
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1	Hasil Perhitungan Parameter <i>Penstock</i>	40
	4.1.1 Hasil perhitungan laju aliran masa pada <i>penstock</i>	41
	4.1.2 Hasil perhitungan tekanan total pada <i>penstock</i>	43
4.2	Hasil Perhitungan Daya Optimum Turbin	44
4.3	Hasil Simulasi	44
4.4	Efek Perubahan <i>Gross Head</i> dan Perubahan Kecepatan Putar Terhadap Kavitasi	58
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1	Kesimpulan	65
5.2	Saran	66
	<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	67
	<b>LAMPIRAN</b>	
A	Perhitungan Laju Aliran Pada <i>Penstock</i>	68
B	Perhitungan Tekanan Total Pada <i>Penstock</i>	72
C	Perhitungan <i>Thoma Number</i> Dan <i>Plant Thoma Number</i>	74



## DAFTAR GAMBAR

No. Gambar	Halaman
1.1	1
2.1	7
2.2	15
2.3	16
2.4	17
2.5	18
2.6	19
2.7	20
2.8	21
2.9	23
2.10	26
2.11	29
2.12	30
3.1	32
3.2	33
3.3	34
3.4	35
3.5	36
3.6	36
3.7	38
3.8	38
4.1	45
4.2	45
4.3	46
4.4	47
4.5	47
4.6	48

4.7	<i>Contour velocity</i> pada $H_g$ 2 m dengan kecepatan putar 400 rpm	48
4.8	<i>Contour velocity</i> pada $H_g$ 2 m dengan kecepatan putar 500 rpm	48
4.9	<i>Contour velocity</i> pada $H_g$ 3 m dengan kecepatan putar 100 rpm	49
4.10	<i>Contour velocity</i> pada $H_g$ 3 m dengan kecepatan putar 200 rpm	49
4.11	<i>Contour velocity</i> pada $H_g$ 3 m dengan kecepatan putar 300 rpm	49
4.12	<i>Contour velocity</i> pada $H_g$ 3 m dengan kecepatan putar 400 rpm	50
4.13	<i>Contour velocity</i> pada $H_g$ 3 m dengan kecepatan putar 500 rpm	50
4.14	<i>Contour velocity</i> pada $H_g$ 4 m dengan kecepatan putar 100 rpm	50
4.15	<i>Contour velocity</i> pada $H_g$ 4 m dengan kecepatan putar 200 rpm	51
4.16	<i>Contour velocity</i> pada $H_g$ 4 m dengan kecepatan putar 300 rpm	51
4.17	<i>Contour velocity</i> pada $H_g$ 4 m dengan kecepatan putar 400 rpm	51
4.18	<i>Contour velocity</i> pada $H_g$ 4 m dengan kecepatan putar 500 rpm	52
4.19	<i>Contour tekanan</i> pada $H_g$ 2 m dengan kecepatan putar 100 rpm	52
4.20	<i>Contour tekanan</i> pada $H_g$ 2 m dengan kecepatan putar 200 rpm	52
4.21	<i>Contour tekanan</i> pada $H_g$ 2 m dengan kecepatan putar 300 rpm	53
4.22	<i>Contour tekanan</i> pada $H_g$ 2 m dengan kecepatan putar 400 rpm	53
4.23	<i>Contour tekanan</i> pada $H_g$ 2 m dengan kecepatan putar 500 rpm	53
4.24	<i>Contour tekanan</i> pada $H_g$ 3 m dengan kecepatan putar 100 rpm	54
4.25	<i>Contour tekanan</i> pada $H_g$ 3 m dengan kecepatan putar 200 rpm	54
4.26	<i>Contour tekanan</i> pada $H_g$ 3 m dengan kecepatan putar 300 rpm	54
4.27	<i>Contour tekanan</i> pada $H_g$ 3 m dengan kecepatan putar 400 rpm	55
4.28	<i>Contour tekanan</i> pada $H_g$ 3 m dengan kecepatan putar 500 rpm	55
4.29	<i>Contour tekanan</i> pada $H_g$ 4 m dengan kecepatan putar 100 rpm	55
4.30	<i>Contour tekanan</i> pada $H_g$ 4 m dengan kecepatan putar 200 rpm	56
4.31	<i>Contour tekanan</i> pada $H_g$ 4 m dengan kecepatan putar 300 rpm	56
4.32	<i>Contour tekanan</i> pada $H_g$ 4 m dengan kecepatan putar 400 rpm	56
4.33	<i>Contour tekanan</i> pada $H_g$ 4 m dengan kecepatan putar 500 rpm	57
4.34	Kavitasi pada $H_g$ 2 m dengan kecepatan putar 100 rpm	59
4.35	Kavitasi pada $H_g$ 2 m dengan kecepatan putar 200 rpm	60
4.36	Kavitasi pada $H_g$ 2 m dengan kecepatan putar 300 rpm	60
4.37	Kavitasi pada $H_g$ 2 m dengan kecepatan putar 400 rpm	60
4.38	Kavitasi pada $H_g$ 2 m dengan kecepatan putar 500 rpm	61
4.39	Kavitasi pada $H_g$ 3 m dengan kecepatan putar 100 rpm	61

4.40	Kavitasi pada $H_g$ 3 m dengan kecepatan putar 200 rpm	61
4.41	Kavitasi pada $H_g$ 3 m dengan kecepatan putar 300 rpm	62
4.42	Kavitasi pada $H_g$ 3 m dengan kecepatan putar 400 rpm	62
4.43	Kavitasi pada $H_g$ 3 m dengan kecepatan putar 500 rpm	62
4.44	Kavitasi pada $H_g$ 4 m dengan kecepatan putar 100 rpm	63
4.45	Kavitasi pada $H_g$ 4 m dengan kecepatan putar 200 rpm	63
4.46	Kavitasi pada $H_g$ 4 m dengan kecepatan putar 300 rpm	63
4.47	Kavitasi pada $H_g$ 4 m dengan kecepatan putar 400 rpm	64
4.48	Kavitasi pada $H_g$ 4 m dengan kecepatan putar 500 rpm	64



**DAFTAR TABEL**

<b>No. Tabel</b>		<b>Halaman</b>
2.1	Nilai <i>Roughness</i> $\epsilon$	12
2.2	Dasar Pemilihan Perhitungan Turbulensi Antara RANS dan LES	28
4.1	Nilai Daya Turbin, dan Efisiensi pada Setiap $H_g$ dan Kecepatan Putar	58

