



**KARAKTERISTIK UNJUK KERJA TURBIN FRANCIS PADA
PEMBANGKIT LISRIK TENAGA MIKROHIDRO (PLTMH)
TERHADAP PERUBAHAN KAPASITAS ALIRAN**

SKRIPSI

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

Oleh :

**Dimas Dwi Kusuma
NIM 071910101054**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 (S1)
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2011**



**KARAKTERISTIK UNJUK KERJA TURBIN FRANCIS PADA
PEMBANGKIT LISRIK TENAGA MIKROHIDRO (PLTMH)
TERHADAP PERUBAHAN KAPASITAS ALIRAN**

SKRIPSI

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

Oleh :

**Dimas Dwi Kusuma
NIM 071910101054**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 (S1)
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2011**



PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan puji syukur kepada Allah SWT serta dengan tulus dan ikhlas aku persembahkan karya sederhana dan awalku ini kepada:

1. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember.
2. Ayahhanda dan Ibunda tercinta Didik Wihartono dan Hartini atas semua kasih sayang, ilmu, pengorbanan dan do'a yang dengan setulus hati telah diberikan.
3. Guru-guruku dari SD hingga Perguruan Tinggi yang sangat saya hormati dan banggakan, yang telah memberikan ilmu dan membimbing yang tiada tara dengan penuh kesabaran.
4. Kakakku Dany Mayang Kusuma, Debby Deana Ekawati, ponakanku Danica Aurelia Putri Kusuma dan seluruh keluarga besarku yang telah memberikan dukungan dan do'a..
5. My princes Natasha Sabila, kau belahan jiwaku.
6. Seluruh teman-teman seperjuangan keluarga besar Teknik Mesin '07: Adi Sugianto S.T, Edi K, Bang bidin, Cak Dyas, Mbh Rio, Tony, Arga, Berry, Fata, Donnax, Molen (Wahyu), Badak (Somad), Tomin (Firman), Sokit (Ekik), Cino (Ari), Sotol (Pepy), Makmur (Reza), Angger, Yulius, Mamang, Windu, Endika, Wa'one, Trik, Danz, Acil (Adit), Yoga, Entanz (Intan), Dapong (Ahda), Yasin, Antok, Sifak, Bastian, Dicky, Disco, Eris, Fregi, GZ.
7. Teman-teman Teknik Mesin S1 Mas Regik & Mas Debi'05 dkk, Mas Ardi & Mbh Zainul'06 dkk, Nata & Skriptian'08 dkk, Sandi K & Dimas'09 dkk, terima kasih atas semua motivasinya.
8. Temen- temen kosan Genz Satimin, Mas Afandi, Sandi K,dkk, dan KKT Desa Sebanen, Yaqin & Ismawati dkk, terima kasih atas semua motivasinya.

MOTTO

"...Apabila hamba-Ku mendekati- Ku sejengkal maka Aku akan mendekatinya sehasta. Apabila dia mendekati-Ku sehasta maka Aku akan mendekatinya sedepa.

Dan apabila dia datang kepada-Ku dengan berjalan maka Aku akan datang kepadanya dengan berlari."

(HR. Abu Hurairah)

Bacalah dengan nama Tuhanmu yang menciptakanMu. Dia telah menciptakan manusia dari segumpal darah. Bacalah, dan Tuhanmulah yang Maha pemurah.

Yang mengajar dengan perantara Kalam. Dia mengajarkan apa yang tidak diketahui manusia..

(Terjemahan Surat Al-Alaq Ayat 1-5)

Kejujuran adalah kunci utama untuk memperbaiki diri

(AaGym)

Keep Solidarity Forever

(Himpunan Mahasiswa Mesin)

Hidup adalah sebuah proses, apa yang akan terjadi dan yang telah terjadi sesungguhnya sebuah makna penting untuk kedewasaan dan kebijakan pada diri kita.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dimas Dwi Kusuma

NIM : 071910101054

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul :

KARAKTERISTIK UNJUK KERJA TURBIN FRANCIS PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (PLTMH) TERHADAP PERUBAHAN KAPASITAS ALIRAN, 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 jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 15 Juni 2011
Yang menyatakan,

Dimas Dwi Kusuma
NIM. 071910101054

SKRIPSI

**KARAKTERISTIK UNJUK KERJA TURBIN FRANCIS PADA
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HODRO (PLTMH)
TERHADAP PERUBAHAN KAPASITAS ALIRAN**

Oleh

Dimas Dwi Kusuma
NIM. 071910101054

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Muh. Nurkoyim K., ST., MT.

Dosen Pembimbing Anggota : Ir. Digdo Listyadi S., MSc.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul : *Karakteristik Unjuk Kerja Turbin Francis Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Terhadap Perubahan Kapasitas Aliran*, telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik, Program Studi Strata Satu (S1), Universitas Jember pada:

Hari : Rabu

Tanggal : 15 Juni 2011

Tempat : Fakultas Teknik, Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris,

Muh. Nurkoyim K., ST., MT.
NIP. 19691122 199702 1 001

Ir. Digdo Listyadi S., M.Sc.
NIP. 19680617 199501 1 001

Anggota I,

Anggota II,

Santoso Mulyadi., ST., MT.
NIP. 19700228 199702 1 001

Andi Sanata., ST., MT.
NIP. 19750502 200112 1 001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember,

Ir. Widyono Hadi., MT.
NIP. 19610414 198902 1 001

RINGKASAN

Karakteristik Unjuk Kerja Turbin Francis Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Terhadap Perubahan Kapasitas Aliran; Dimas Dwi Kusuma; 071910101054 : 2011, 115 halaman; Fakultas Teknik Universitas Jember.

Turbin francis adalah mesin penggerak, dimana energi fluida kerja dipergunakan langsung untuk memutar roda jalan, selanjutnya poros turbin air dihubungkan dengan poros pada generator sehingga dapat menghasilkan suatu arus listrik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui unjuk kerja turbin air pada saat debit air sebesar 700 L/s, 600 L/s, dan 500 L/s. Debit air tertinggi sebesar 700 L/s diperoleh dari bukaan katup pembuka sebesar 100 % (bukaan penuh), sedangkan debit air terendah sebesar 500 L/s diperoleh dari bukaan pembuka sebesar 58 %.

Dari hasil pengujian tersebut daya turbin francis dan daya generator tertinggi pada debit 700 L/s, yaitu sebesar $P_t = 12,789$ kW dan $P_g = 8,740$ kW sedangkan daya turbin francis dan daya generator terendah pada debit air 500 L/s, yaitu sebesar $P_t = 10,345$ kW dan $P_g = 5,937$ kW. Sehingga diperoleh efisiensi maksimum turbin francis sebesar 68,34 % dan efisiensi terendah sebesar 57,73 %. Pada dasarnya semakin besar kapasitas aliran yang dihasilkan maka akan semakin besar nilai daya sehingga akan mempengaruhi dari efisiensi turbin air tersebut.

Kata kunci; *turbin francis, dan debit air*

SUMMARY

Performance Characteristics Of Francis Turbine Power Plants On The Micro Hidro (PLTMH) To Changes In Flow Capacity; Dimas Dwi Kusuma; 071910101054 : 2011, 115 page; Fakultas Teknik Universitas Jember.

Francis turbine is the prime mover, the energy of the working fluid is used directly to rotate the road wheel, water turbine shaft on the generator is connected to the shaft so as to generate an electrical current. This study aims to determine the performance of the turbine water flow at the discharge of 700 L/s, 600 L/s, and 500 L/s. The highest water flow of 700 L/s obtained from opening the valve opener 100% (full aperture), while the lowest water discharge of 500 L/s obtained from the aperture opening by 58 %.

The experimental results showed the power of francis turbine and power generators with the highest discharge 700 L/s, which is $P_t = 12,789$ kW dan $P_g = 8,740$ kW while the power of francis turbine and power generators at the lowest flow 500 L/s, amounting to $P_t = 10,345$ kW dan $P_g = 5,937$ kW. In order to obtain maximum efficiency turbines francis 68,34 % and the lowest efficiency of 57,73 %. Basically, the greater the flow capacity generated, the greater the value of resources that will affect the efficiency of water turbines.

Keyword; francis turbine, and water flow.

PRAKATA

Alhamdulillah sebagai ungkapan rasa syukur atas segala rahmat dan hidayah yang telah Allah SWT berikan kepada hamba-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul “*Karakteristik Unjuk Kerja Turbin Francis Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Terhadap Perubahan Kapasitas Aliran*”. Skripsi ini disusun guna memenuhi salah satu syarat untuk dapat menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada Program Studi Teknik Mesin (S1), Fakultas Teknik Universitas Jember.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih atas bantuan dan bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini kepada:

1. Allah SWT., dan Rosulullah SAW., Sholawat dan Salam tercurahkan kepadanya.
2. Bapak Ir. Widyono Hadi., MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
3. Bapak Sumarji S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.
4. Bapak Muh. Nurkoyim K., S.T.,M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Bapak Ir. Digdo Listyadi, M.Sc selaku Dosen Pembimbing Anggota, yang memberikan arahan dan saran-saran yang sangat membantu dalam penyelesaian skripsi ini.
5. Bapak Santoso Mulyadi, S.T.,M.T. dan Bapak Andi Sanata S.T.,M.T. selaku Dosen Penguji, yang telah banyak memberikan bantuan, saran, waktu, dan perhatiannya dalam penulisan skripsi.
6. Bapak Yuni Hermawan., ST., MT, selaku koordinator skripsi program studi strata satu (S1), yang telah member banyak masukan dan saran dalam penulisan skripsi.

7. Dosen Pembimbing Akademik, Bapak Santoso Mulyadi, S.T.,M.T. yang telah banyak membimbing selama menjadi mahasiswa dan seluruh dosen Fakultas Teknik Universitas Jember.
8. Ayahanda Didik Wihartono, dan Ibunda tercinta Hartini, tiada kata yang bisa terucap atas segala pengorbanan beliau selama ini, selain aku berusaha akan selalu membahagiakan beliau.
9. Kakakku Dany Mayang Kusuma, Debby Deana Ekawati, ponakanku adheh Icha dan segenap keluarga, tiada kata lagi yang dapat terucap selain terima kasih yang tiada tara.
10. Bapak Cucu beserta ibu, bapak Sugianto beserta Ibu, dan seluruh staf PTPN XII- Kebun Kopi dan Kakau- Desa Jatirono, yang telah membantu memberi masukan, saran, dan kesempatan untuk melakukan penelitian di PTPN XII Kebun Kopi dan Kakau.
11. My princes Natasha Sabila, yang telah menemani hari-hariku menjadi lebih bewarna dan penuh arti.
12. Sahabat-sahabatku Agus "Dodo" Wahyudi, Mas bro Affandi, Edi Kurniawan, dan Sandi K., yang selalu menemani hari-hariku.
13. Keluarga besar Teknik Mesin'07, Kosan Genz Satimin, KKT Desa Sebanen dan seluruh teman-teman semua semoga keakraban dan kebersamaan kita akan tetap selalu terjalin dengan baik.
14. Serta semua pihak yang telah memberikan bantuan dalam penyelesaian penulisan skripsi ini.

Penulis juga menerima segala saran dan kritik yang membangun dari semua pihak guna kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis khususnya dan pembaca pada umumnya, Amin.

Jember, Juni 2011

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Dan Manfaat	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Potensi Energi Air	5
2.2 Turbin Air	7
2.2.1 Pengertian	7
2.2.2 Klasifikasi Turbin Air.....	8
2.2.2.1. Berdasarkan Model Aliran Air Masuk Runner.	9
2.2.2.2. Berdasarkan Perubahan Momentum Fluida Kerja.	10
2.2.2.3. Karakteristik Turbin Air.	11

2.3 Turbin Francis	12
2.3.1 Pipa pesat dan katup Pembuka	14
2.3.2 Sudu Pengarah.....	15
2.3.3 Sudu Turbin (roda jalan).....	15
2.3.4 Rumah Turbin.	16
2.4 Tranmisi Daya Mekanik.	17
2.4.1 Sistem daya langsung.	18
2.4.2 Sistem daya tidak langsung.....	19
2.4.3 Generator.	19
2.5 Parameter Unjuk Kerja Turbin Air.....	21
2.5.1 Ketinggian Air Jatuh.....	21
2.5.2 Kapasitas Aliran Air	21
2.5.3 Kecepatan aliran air.	22
2.5.4 Daya Turbin Air, P_t	22
2.5.5 Momem Purntir turbin Air	23
2.5.6 Daya generator, P_g	23
2.5.7 Efisiensi turbin air η_t	23
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1 Metode Penelitian.....	25
3.2 Waktu dan Tempat	25
3.3 Cara Memperoleh Data	25
3.4 Alat dan Bahan.....	25
3.3.1 Alat	26
3.4 Variabel Pengukuran	27
3.4.1 Variabel Bebas	27
3.4.2 Variabel Terikat.....	27
3.5 Prosedur Penelitian	27
3.5.1 Penyusunan Alat Penelitian	28

3.6 Diagram Alir Penelitian	30
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1 Analisa Hubungan antara Kecepatan Aliran Air terhadap Daya Turbin Air.....	32
4.1.1 Kesimpulan hubungan kecepatan aliran air terhadap daya pada debit air sebesar 700 L/s, 600 L/s dan 500 L/s.	33
4.1.2 Hubungan kecepatan aliran air terhadap daya turbin air pada debit air sebesar 700 L/s.....	35
4.1.3 Hubungan kecepatan aliran air terhadap daya pada debit air sebesar 600 L/s	36
4.1.4 Hubungan kecepatan aliran air terhadap daya pada debit air sebesar 500 L/s	38
4.2 Analisa hubungan Momen Torsi terhadap Daya Turbin Air	40
4.2.1 Kesimpulan hubungan momen torsi terhadap daya turbin air pada debit air 700 L/s, 600 L/s dan 500 L/s.	41
4.4.2 Hubungan antara momen torsi terhadap daya turbin air pada debit air sebesar 700 L/s	42
4.2.3 Hubungan antara momen torsi terhadap daya turbin air pada debit air sebesar 600 L/s	43
4.2.4 Hubungan antara momen torsi terhadap daya turbin air pada debit air sebesar 500 L/s	44
4.3 Analisa hubungan antara daya turbin air dan daya Generator terhadap efisiensi turbin air.....	45
4.3.1 Kesimpulan hubungan antara daya turbin air dan daya generator terhadap efisiensi turbin air pada debit air sebesar 700 L/s, 600 L/s dan 500 L/s.....	45
4.3.2 Hubungan antara daya turbin air dan daya generator terhadap efisiensi turbin air pada debit air sebesar 700 L/s.....	47

4.3.3 Hubungan antara daya turbin air dan daya generator terhadap efisiensi turbin air pada debit air sebesar 600 L/s.....	48
4.3.4 Hubungan antara daya turbin air dan daya generator terhadap efisiensi turbin air pada debit air sebesar 500 L/s.....	49
BAB 5. KESIMPULAN.....	50
5.1 Kesimpulan.....	50
5.2 Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA	52
LAMPIRAN	54

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hubungan antara daya turbin air dan kecepatan aliran air	32
Tabel 4.2 Hubungan antara daya turbin air terhadap momen torsi.....	41
Tabel 4.3 Hubungan antara daya turbin air dan daya generator terhadap efisiensi turbin air	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Sebuah instalasi turbin air	8
Gambar 2.2	Model turbin aliran tangensial	9
Gambar 2.3	Model turbin aliran aksial.....	9
Gambar 2.4	Model turbin aliran aksial- radial.....	10
Gambar 2.5	Perbandingan bentuk sudu turbin air.....	12
Gambar 2.6	Turbin francis poros horizontal.....	13
Gambar 2.7	Turbin francis poros vertikal	13
Gambar 2.8	Pipa pesat/ <i>pnstcok</i> dan katup pembuka/ <i>gate valve</i> turbin francis	14
Gambar 2.9	Bagan sudu pengarah dan roda jalan turbin francis	15
Gambar 2.10	Sudu/ roda jalan turbin francis.....	16
Gambar 2.11	Rumah turbin francis	17
Gambar 2.12	Generator arus searah (DC) dan arus bolak-balik (AC)	20
Gambar 4.1	Grafik kesimpulan perbandingan antara kecepatan aliran air pada debit air 700 L/s, 600 L/s dan 500 L/s terhadap daya turbin air....	33
Gambar 4.2	Grafik perbandingan antara kecepatan aliran air pada debit air 700 L/s terhadap daya turbin air.	35
Gambar 4.3	Grafik perbandingan antara kecepatan aliran air pada debit air 600 L/s terhadap daya turbin air	37
Gambar 4.4	Grafik perbandingan antara kecepatan aliran air pada debit air 500 L/s terhadap daya turbin air	39
Gambar 4.5	Grafik kesimpulan perbandingan antara daya turbin air debit air 700 L/s, 600 L/s, dan 500 L/s terhadap momen torsi.	41
Gambar 4.6	Grafik hubungan antara daya turbin air terhadap momen torsi pada debit air 700 L/s.....	42
Gambar 4.7	Grafik hubungan antara daya turbin air terhadap momen torsi pada debit air 600 L/s.....	43

Gambar 4.8 Grafik hubungan antara daya turbin air terhadap momen torsi pada debit air 500 L/s.....	44
Gambar 4.9 Grafik kesimpulan hubungan daya turbin air terhadap daya generator pada kondisi debit Air 700 L/s, 600 L/s dan 500 L/s.....	46
Gambar 4.10 Grafik hubungan daya turbin air dan daya generator pada kondisi debit air 700 L/s.....	47
Gambar 4.11 Grafik hubungan daya turbin air dan daya generator pada kondisi debit air 600 L/s.....	48
Gambar 4.12 Grafik hubungan daya turbin air dan daya generator pada kondisi debit air 500 L/s.....	49

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. Data hubungan kecepatan aliran air terhadap daya turbin air pada kondisi debit air 700 L/s, 600 L/s dan 500 L/s.....	54
Lampiran B. Data hubungan daya turbin air terhadap momen torsi pada kondisi debit air 700 L/s, 600 L/s dan 500 L/s	55
Lampiran C. Data hubungan daya turbin air dan daya generator terhadap efisiensi turbin air pada kondisi debit air 700 L/s, 600 L/s dan 500 L/s.	56
Lampiran D. Tabel kondisi pipa dan harga C (formula Hazen- William).....	57
Lampiran E. Tabel koefisien kerugian penyempitan luasan penampang pipa ...	58
Lampiran F. Perhitungan Daya turbin air pada kondisi Debit Air 700 L/s, 600 L/s dan 500 L/s	59
Lampiran G. Perhitungan Momen Torsi pada kondisi Debit Air 700 L/s, 600 L/s dan 500 L/s	101
Lampiran H. Perhitungan efisiensi turbin air pada kondisi Debit Air 700 L/s, 600 L/s dan 500 L/s	105
Lampiran I. Dokumentasi.	108