

SKRIPSI

**ANALISIS PERFORMANSI
TURBIN PELTON SKALA MIKRO TERHADAP
VARIASI BEBAN DAN DEBIT ALIRAN**



BENNI BRESTON P.G
03111005045

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2016

5
621.24 07
ben
a
2016.



SKRIPSI

ANALISIS PERFORMANSI TURBIN PELTON SKALA MIKRO TERHADAP VARIASI BEBAN DAN DEBIT ALIRAN

**Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Teknik**



**BENNI BRESTON P.G
03111005045**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2016**

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN

Agenda : 016 / TM / AK / 2016
Diterima Tgl. : 11 / 11 - 2016
Paraf : 

SKRIPSI

NAMA : BENNI BRESTON P.G
NIM : 03111005045
JURUSAN : TEKNIK MESIN
JUDUL SKRIPSI : ANALISIS PERFORMANSI TURBIN PELTON
SKALA MIKRO TERHADAP VARIASI BEBAN
DAN DEBIT ALIRAN
DIBUAT : 31 AGUSTUS 2015
SELESAI : 26 OKTOBER 2016

Indralaya, Oktober 2016
Ketua Jurusan Teknik Mesin,



Qomarul Hadi, S.T, M.T
NIP. 196902131995031001 

RINGKASAN

ANALISIS PERFORMANSI TURBIN PELTON SKALA MIKRO TERHADAP VARIASI BEBAN DAN DEBIT ALIRAN

Karya ilmiah berupa skripsi, 26 Oktober 2016

Benni Breston P.G ; Dibimbing Oleh Ir. H. M Zahri Kadir, MT

Performance Analysis on Micro-Scale Pelton Turbine with Variation of Load and Discharge

xxii + 58 halaman, 12 tabel, 49 gambar, 13 lampiran

Energi listrik merupakan suatu kebutuhan yang sangat mendasar bagi kemajuan secara keseluruhan suatu bangsa, sehingga diperlukan suatu instalasi pembangkit tenaga listrik yang efisien. Berbagai macam jenis pembangkit listrik telah banyak dibuat mulai dari turbin gas, turbin uap, turbin air, kincir air dan *solar cell* dengan berbagai keuntungan dan kelebihan. Wilayah Indonesia yang secara umum memiliki sumber aliran air dan di beberapa wilayah didukung dengan kondisi geografis bergunung-gunung yang dapat menyebabkan aliran air memiliki beda ketinggian, memberikan peluang bagi pemanfaatan pembangkit energi air.

Potensi pembangkit energi air di Indonesia cukup besar, untuk PLTA potensinya mencapai 75.000 MW dan baru dimanfaatkan 5.700 MW, sedangkan untuk pembangkit mini dan mikro hidro potensinya mencapai 460 MW dengan pemanfaatannya baru mencapai 228 MW. Salah satu energi baru terbarukan yang cukup melimpah keberadaanya namun masih sangat kecil pemanfaatannya adalah energi mikro hidro. Melihat potensi energi air yang sangat banyak akan aliran air, maka perlu dikaji suatu model turbin yang memanfaatkan aliran air yang memiliki beda ketinggian sebagai penggerak turbin.

Turbin Pelton merupakan turbin jenis impuls yang belum banyak dikembangkan untuk skala pedesaan khususnya yang mempunyai potensi tenaga air dengan potensi tinggi jatuh air yang cukup besar. Turbin Pelton mempunyai bentuk sudu berupa cekungan yang memungkinkan impuls dari aliran air diubah menjadi gaya yang akhirnya memberikan torsi yang memutar roda turbin. Penelitian dilakukan dengan metode eksperimental yaitu melakukan perubahan debit aliran dan beban guna untuk mengetahui performansi dari turbin yang diteliti. Data primer penelitian diperoleh dari hasil pengujian terhadap besaran-besaran yang diperoleh yaitu : debit aliran, *head*, kecepatan putaran, dan beban. Data sekunder penelitian diperoleh dari berbagai literature yang berkaitan dengan permasalahan yang dibahas, dimana data tersebut nantinya digunakan sebagai bahan perbandingan terhadap hasil pengujian yang diperoleh.

Pengujian dilakukan menggunakan sarana fasilitas uji turbin air yang telah ada di Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya. Pada Turbin Pelton yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa peralatan yang digunakan seperti turbin pelton, pipa, katup, reservoir, pompa sentrifugal, dudukan turbin uji dan rumah turbin. Proses penelitian diawali dengan memasang

alat ukur seperti manometer pipa-u, *pressure gauge*, *strain gauge* dan alat ukur kecepatan turbin. Pengujian dilakukan dengan mengubah bukaan *spear valve* sebanyak 7 variasi dengan masing masing diambil 20 data pembebanan.

Dari Penelitian yang dilakukan, diperoleh nilai efisiensi dan daya maksimum dari Turbin Pelton yang dikaji adalah sebesar 45,08 % pada debit aliran 0.167 l/s. Ketinggian jatuh air 27.23 m dengan daya turbin sebesar 20.05 W. Dari data yang diperoleh pada pengujian dapat disimpulkan bahwa debit aliran dan beban mempengaruhi kinerja dan efisiensi turbin pelton. Turbin pelton dapat beroperasi dengan debit air yang kecil, dibandingkan dengan jenis turbin impuls lainnya.

Kata Kunci : turbin pelton, beban, head, debit aliran, efisiensi

Kepustakaan : 16 (1983-2014)

SUMMARY

PERFORMANCE ANALYSIS ON MICRO-SCALE PELTON TURBINE WITH VARIATION OF LOAD AND DISCHARGE.

Scientific Paper in the Form of Skripsi, 26 October 2016

Benni Breston P.G; Supervised by Ir. M. Zahri Kadir, M.T

Analisis Performansi Turbin Pelton Skala Mikro terhadap Variasi Beban dan Debit Aliran

xxii + 58 pages, 12 tables, 49 figures, 13 attachment

Electrical energy is basic necessity for the progress of a nation. So it needed an installation of efficient power plants. Various kinds of power plants has been widely made ranging from gas turbines, steam turbines, water turbines, waterwheel and a solar cell with a variety of benefits and advantages. The region of Indonesia, which generally have the source and flow of water in some areas is supported by the geographical condition of the mountains that may cause water flow has a different height, providing opportunities for the utilization of water energy generation.

The potential energy of water power plant in Indonesia is appreciable, for hydropower potential reach 75,000 MW and recently exploited 5,700 MW while for mini and micro-hydro power plants potential reaches 460 MW with its utilization reaches 228 MW. That the water energy potency is very much at Indonesia, it needs to be examined on a model turbine which utilizes water flow have different elevations as the driving force of the turbine.

Pelton turbine is an impulse type of turbine which has not been much developed in a particular scale rural hydropower potential with high potential for considerable water fall. A Pelton turbine consists of a set of specially shaped buckets mounted on a periphery of a circular disc. It is turned by forced jets of water which are discharged from one or more nozzles and impinge on the buckets. The resulting impulse spins the turbine runner, imparting energy to the turbine shaft. The buckets are split into two halves so that the central area does not act as a dead spot incapable of deflecting water away from the oncoming jet. Research done by experimental methods that make changes to the load and discharge flow to know the performance of the turbine. The primary research data are obtained from the results of testing against the quantities obtained such as: discharge flow, head, rpm, and load. Secondary research data obtained from a variety of literature related to the issue discussed, where the data was later used as a comparison against the test results obtained.

Research was done by using water turbine test facility which has existed at the Department of mechanical engineering, Faculty of engineering, Sriwijaya University. Pelton turbines that used at in this study consists of several tools used such as pelton turbines, pipes, valves, reservoirs, pumps, turbine and the turbine House. The research process begins by placing a measuring instrument such as manometers, u-pipe pressure gauge, strain gauge and tachometer to measure

turbines speed. Testing is done by changing the aperture spear valve as much as 7 variations with each taken 20 data loading.

From research conducted, obtained a value of maximum power and efficiency of pelton turbine which examined is 45.08% at 0,167 l/s stream discharge, head 27.23 m with turbine power 20,05W. From data acquired on testing it can be concluded that the discharge flow and load affects the performance and efficiency of pelton turbine. Pelton turbine can be operated with small discharge, compared with other types of impulse turbine.

Keywords : Pelton turbine, load, head, flowrate, efficiency

Citations : 16 (1983 – 2014)

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS PERFORMANSI TURBIN PELTON SKALA MIKRO TERHADAP VARIASI BEBAN DAN DEBIT ALIRAN

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Di Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh :

BENNI BRESTON P.G
03111005045

Mengetahui :
Ketua Jurusan Teknik Mesin,



Qomarul Hadi, S.T, M.T
NIP. 19690213 1995031001

Indralaya, 26 Oktober 2016
Menyetujui :
Pembimbing,

Ir. H. M. Zahri Kadir M.T
NIP. 19590823 1989031001

HALAMAN PERSETUJUAN

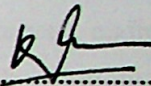
Karya tulis ilmiah berupa Laporan Skripsi ini dengan judul “Analisis Performansi Turbin Pelton Skala Mikro terhadap Variasi Beban dan Debit Aliran” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada Tanggal 26 Oktober 2016.

Indralaya, 26 Oktober 2016

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Berupa Laporan Sripsi

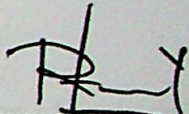
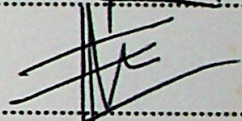
Ketua :

1. Prof. Dr. Ir. H. Kaprawi, DEA
NIP. 19570118 198503 1 004

(.....)

Anggota :

2. Prof. Ir. Riman Sipahutar, M.Sc, Ph.D
NIP. 19591015 198703 1 006
3. Dr. Fajri Vidian, S.T, M.T
NIP. 19720716 200604 1 002

(.....)
(.....)

Mengetahui :

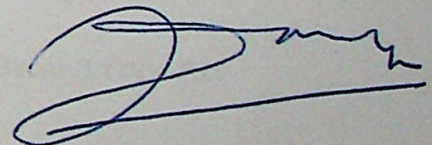
Ketua Jurusan Teknik Mesin,



Oomarul Hadi, S.T, M.T
NIP. 19690213 199503 1 001

Menyetujui :

Pembimbing,



Ir. H. M. Zahri Kadir, M.T
NIP. 19590823 198903 1 001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Benni Breston P.G

NIM : 03111005045

Judul : Analisis Performansi Turbin Pelton Skala Mikro terhadap Variasi Beban dan Debit Aliran

Menyatakan bahwa Laporan Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/*plagiat*. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/*plagiat* dalam Laporan Skripsi, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Indralaya, 26 Oktober 2016



Benni Breston P.G

RIWAYAT PENULIS

Penulis dilahirkan di kota Saribudolok pada tanggal 17 Juli 1993. Anak dari pasangan Bapak Belman Purba dan Rostani Saragih ini menyelesaikan pendidikan di SD Negeri 091370 Saribudolok. Setelah tamat dari SD Negeri 091370 Saribudolok, penulis melanjutkan sekolah di SMP Swasta Bunda Mulia Saribudolok.

Setelah penulis menamatkan pendidikan sekolah menengah pertama pada tahun 2008, penulis memilih melanjutkan pendidikannya di SMA Swasta Bintang Timur Pematangsiantar jurusan IPA. Selama menempuh pendidikan di SMA, penulis pernah menjadi ketua OSIS selama 1 tahun, dan mengikuti lomba Seni Daerah tingkat Kotamadya Pematangsiantar pada tahun 2010.

Setelah menamatkan pendidikan di sekolah menengah atas pada tahun 2011, penulis akhirnya memilih melanjutkan pendidikannya di jurusan Teknik Mesin, Universitas Sriwijaya, Angkatan 2011. Selama pendidikan perkuliahan penulis pernah mengikuti Kompetisi Mobil Listrik Indonesia ke-VI (KMLI-VI) tingkat nasional di Politeknik Negeri Bandung pada tahun 2014.

Orang tua dan kedua saudara penulis sangat berperan penting dalam kehidupan penulis, termasuk dibidang pendidikan. Tanpa do'a, nasihat, dan dukungan orang tua, penulis tidak mungkin bisa seperti saat ini. Penulis sangat bersyukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena telah memberikan orang tua terbaik bagi penulis, dan penulis akan selalu berusaha melakukan yang terbaik untuk orang tua penulis.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat, karunia dan kebaikan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan judul **“Analisis Performansi Turbin Pelton Skala Mikro Terhadap Variasi Beban dan Debit Aliran”**, disusun untuk melengkapi persyaratan dalam mengikuti sidang sarjana pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Dalam pengerjaan skripsi ini, penulis menyampaikan rasa hormat dan banyak terima kasih atas segala bimbingan dan bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung, baik secara moril maupun spiritual. Penulis mengucapkan rasa terima kasih tak terhingga kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa karena limpahan rahmat-Nyalah penulis bisa menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Orang Tuaku Belman Purba(alm) dan Rostani Saragih, kedua Saudariku Elnigita dan Valensi, dan seluruh keluarga yang telah memberikan semangat, motivasi dan doa kepada penulis.
3. Bapak Qomarul Hadi, ST, MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Ir. Dyos Santoso, M.T selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Ir. H. M. Zahri Kadir, M.T., selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang banyak sekali memberikan arahan dan saran dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Bapak Irsyadi Yani, M. Eng. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah dengan penuh kesabaran membimbing saya selama menjalani perkuliahan di Jurusan Teknik Mesin.
7. Seluruh staf pengajar Teknik Mesin Universitas Sriwijaya, untuk semua ilmunya selama penulis menimba ilmu di Teknik Mesin Universitas Sriwijaya. Kedua saudari kandungku yang selalu memberikan semangat,
8. Para Karyawan dan staff Jurusan Teknik Mesin, Bu Tetra, Ventri, Kak Yan, Kak Sapril, Kak iwan, Pak Yatno, Pak Yahya, yang sangat membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

9. Sahabat-sahabat ku Soldier Mesin 2011 Appara Dio, Asep, Sandi, Mak Ruli, Firthon, Abror, lae Wahluyo, lae Toga, lae brema, lae poltak, riki, taufik, fikri, ilham, faisal, rasyid, reno, gin gin, agik, bagus, firman, hamzah, cesar, imam, lae erik, redi black, dll. Trimakasaih buat kebersamaan dan canda tawa yang kalian berikan.
10. Teman-teman di Teknik Mesin dan Griya : wahyu ayah, kuncir viki, akmal, akbar, yope, bembi, oncom, baoadi, rikona jaya, oji, bello, chris dll.
11. Teman seperjuangan satu angkatan 2011.
12. Sriwijaya Eco Team dan Rajawali Team, semangat.
13. Dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah banyak membantu penulis menyelesaikan skripsi ini.
14. Almamaterku tercinta.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak sekali kekurangan, karena keterbatasan ilmu yang penulis miliki. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan supaya dapat lebih baik lagi dikemudian hari. Akhir kata penulis berharap semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan semua pihak yang berkepentingan.

Indralaya, Oktober 2016

Penulis

Motto:

Mintalah maka akan diberikan kepadamu; carilah, maka kamu akan mendapatkan; ketoklah maka pintu akan dibukakan bagimu. Karena setiap orang yang meminta, menerima dan setiap orang yang mencari, mendapat dan setiap orang yang mengetok, baginya pintu dibukakan.

Matius 7: 7 - 8

Kupersembahkan Untuk:

- *Orangtuaku Tercinta*
- *Kedua Saudariku*
- *Teman Seperjuangan*
- *Almamaterku*

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Benni Breston P.G

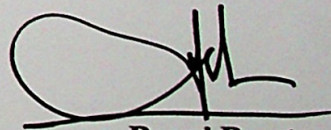
NIM : 0311100505045

Judul : Analisis Performansi Turbin Pelton Skala Mikro Terhadap Variasi
Beban dan Debit Aliran

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*Corresponding author*)

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Indralaya, Oktober 2016



Benni Breston P.G
03111005045

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN AGENDA	ii
RINGKASAN	iii
SUMMARY	v
HALAMAN PENGESAHAN	vii
HALAMAN PERSETUJUAN	viii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	ix
RIWAYAT PENULIS	x
KATA PENGANTAR	xi
HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI	xiv
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xx
DAFTAR SIMBOL	xxi
DAFTAR LAMPIRAN	xxii
 BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Batasan Masalah	5
1.4. Tujuan Penelitian	5
1.5. Manfaat Penelitian	5
 BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Turbin Air	6
2.1.1 Klasifikasi Turbin Air	7
2.1.1.1 Turbin Impuls	7
2.1.1.2 Turbin Reaksi	10
2.1.2 Perbandingan Karakteristik Turbin Air	11
2.1.3 Head Turbin	14
2.2 Turbin Pelton	16

2.2.1 Efisiensi Turbin	19
2.2.1.1 Efisiensi Hidrolik	20
2.2.1.2 Efisiensi Mekanik	20
2.2.1.3. Efisiensi Total (<i>Overall Efficiency</i>)	20
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Deskripsi alat	21
3.1.1 Alat Penelitian	22
3.1.2 Alat Ukur	24
3.2 Pelaksanaan Penelitian	29
3.2.1 Tahap Persiapan	29
3.2.2 Tahap Pengujian	29
3.3 Diagram Alir Penelitian	31
BAB 4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
4.1 Data Penelitian dan Pengolahan Data	32
4.1.1 Pengujian dengan Bukaannya <i>Spear valve</i> 100%	33
4.1.2 Pengujian dengan Bukaannya <i>Spear Valve</i> 85%	38
4.1.3 Pengujian dengan Bukaannya <i>Spear Valve</i> 70%	40
4.1.4 Pengujian dengan Bukaannya <i>Spear Valve</i> 55%	43
4.1.5 Pengujian dengan Bukaannya <i>Spear Valve</i> 40%	45
4.1.6 Pengujian dengan Bukaannya <i>Spear Valve</i> 25%	48
4.1.7 Pengujian dengan Bukaannya <i>Spear Valve</i> 10%	50
4.2 Analisa Data dengan Efisiensi Tertinggi pada setiap Bukaannya <i>Spear Valve</i>	53
4.2 Karakteristik Turbin	53
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 KESIMPULAN	56
5.2 SARAN	56
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1.1 Potensi Energi air di Indonesia	3
2.1 Turbin <i>Crossflow</i>	8
2.2 Turbin Impuls (<i>Pelton Wheel</i>)	9
2.3 Turbin Impuls Turgo	9
2.4 Turbin Francis	10
2.5 Turbin Kaplan	11
2.6 Hubungan antara <i>head</i> dan debit aliran turbin air	13
2.7 Instalasi <i>Head</i> turbin	15
2.8 Turbin Pelton	16
2.9 <i>Runner</i> Turbin Pelton	17
2.10 Skema Instalasi Turbin Pelton	17
2.11 Aliran pada <i>bucket</i> turbin pelton	18
2.12 Grafik efisiensi teoritis dan <i>actual hydraulic</i> dengan <i>speed ratio</i>	19
2.13 Grafik Efisiensi total terhadap beban turbin	20
3.1 Skematik Alat Uji	22
3.2 Gambar katup	23
3.3 Pompa Sentrifugal	23
3.4 Turbin Pelton	24
3.5 <i>Orifice meter</i>	25
3.6 <i>Tachometer Digital</i>	26
3.7 Skematik Alat ukur torsi	27
3.8 Instalasi <i>Strain gauge</i> dan Mikrokontroller	27
3.9 Kalibrasi alat ukur torsi	28
3.10 Turbin Pelton FM32	28

3.11	Diagram alir penelitian	31
4.1	Hubungan beban dengan efisiensi pada Debit aliran 0.375 L/s	36
4.2	Hubungan beban dengan putaran turbin pada Debit aliran 0.375 L/s	37
4.3	Hubungan putaran dengan daya turbin pada Debit aliran 0.375 L/s	37
4.4	Hubungan beban dengan efisiensi pada Debit aliran 0.359 L/s	39
4.5	Hubungan beban dengan putaran turbin pada Debit aliran 0.359 L/s	39
4.6	Hubungan putaran dengan daya turbin pada Debit aliran 0.359 L/s	40
4.7	Hubungan beban dengan efisiensi pada Debit aliran 0.342 L/s	41
4.8	Hubungan beban dengan putaran turbin pada Debit aliran 0.342 L/s	42
4.9	Hubungan putaran dengan daya turbin pada Debit aliran 0.342 L/s	43
4.10	Hubungan beban dengan efisiensi pada Debit aliran 0.276 L/s	44
4.11	Hubungan beban dengan putaran turbin pada Debit aliran 0.276 L/s	44
4.12	Hubungan putaran dengan daya turbin pada Debit aliran 0.276 L/s	45
4.13	Hubungan beban dengan efisiensi pada Debit aliran 0.232 L/s	46
4.14	Hubungan beban dengan putaran turbin pada Debit aliran 0.232 L/s	47
4.15	Hubungan putaran dengan daya turbin pada Debit aliran 0.232 L/s	48
4.16	Hubungan beban dengan efisiensi pada Debit aliran 0.167 L/s	49
4.17	Hubungan beban dengan putaran turbin pada Debit aliran 0.167 L/s	49
4.18	Hubungan putaran dengan daya turbin pada Debit aliran 0.167 L/s	50
4.19	Hubungan beban dengan efisiensi pada Debit aliran 0.080 L/s	51
4.20	Hubungan beban dengan putaran turbin pada Debit aliran 0.080 L/s	52
4.21	Hubungan putaran dengan daya turbin pada Debit aliran 0.080 L/s	52
4.24	Hubungan beban dengan putaran turbin pada <i>Spear Valve</i> bervariasi	54

4.25	Hubungan putaran turbin dengan daya turbin dengan variasi bukaan	54
------	--	----

Spear Valve

4.26	Hubungan putaran turbin dengan efisiensi pada variasi bukaan	55
------	--	----

spear valve

4.27	Nilai konstanta spesifik turbin	55
4.28	Varabel konstan yang digunakan pada perhitungan	55
4.29	Hubungan daya turbin 100%	55
4.30	Hubungan putaran turbin bukaan spear valve 100%	56
4.31	Hubungan putaran turbin bukaan spear valve 85%	58
4.32	Hubungan putaran turbin bukaan spear valve 70%	61
4.33	Hubungan putaran turbin bukaan spear valve 55%	63
4.34	Hubungan putaran turbin bukaan spear valve 40%	66
4.35	Hubungan putaran turbin bukaan spear valve 25%	69
4.36	Hubungan putaran turbin bukaan spear valve 10%	71
4.37	Hubungan putaran turbin dengan efisiensi tertinggi pada setiap bukaan	73
4.38	Hubungan putaran turbin dengan efisiensi tertinggi pada setiap bukaan	73

DAFTAR TABEL

	halaman
1.1 Produksi dan konsumsi energi listrik di indonesia (Kementrian ESDM Indonesia)	2
2.1 Kisaran kecepatan spesifik turbin	13
4.1 Variabel konstan yang digunakan pada perhitungan	33
4.2 Bukaannya <i>spear valve</i> 100%	33
4.3 Data hasil penelitian bukaannya <i>spear valve</i> 100%	36
4.4 Hasil penelitian bukaannya <i>spear valve</i> 85%	38
4.5 Hasil penelitian bukaannya <i>spear valve</i> 70%	41
4.6 Hasil penelitian bukaannya <i>spear valve</i> 55%	43
4.7 Hasil penelitian bukaannya <i>spear valve</i> 40%	46
4.8 Hasil penelitian bukaannya <i>spear valve</i> 25%	48
4.9 Hasil penelitian bukaannya <i>spear valve</i> 10%	51
4.10 Data penelitian dengan efisiensi tertinggi pada setiap bukaannya <i>spear valve</i>	53

DAFTAR SIMBOL

C_d	: Koefisien Orifis (dari kalibrasi)
dP_o	: Perbedaan tekanan pada orifis (N/m^2)
P_1	: Tekanan (N/m^2)
n	: Kecepatan Putar turbin (rpm)
F_b	: <i>Brake Force</i> (N)
d	: Diameter Orifis (m)
g	: Percepatan Gravitasi (m/s^2)
r	: Jari-jari <i>pulley</i> (m)
ρ	: Densitas Air (kg/m^3)
Q_v	: Volume flow rate (L/s)
T	: Torsi (Nm)
P_b	: Brake Power (W)
H	: Head (m)
Q_m	: Laju aliran massa
v	: Kecepatan fluida (m/s)

DAFTAR LAMPIRAN

1. Data hasil pengujian pada setiap bukaan <i>spear valve</i>	59
2. Alat Pengujian	63
3. Kalibrasi alat ukur torsi	67
4. Formula Arduino uno untuk mengukur torsi	69

BAB 1

PENDAHULUAN



1.1 Latar Belakang

Energi listrik merupakan suatu kebutuhan yang sangat mendasar bagi kemajuan secara keseluruhan suatu bangsa. Saat ini di dunia sedang mengalami “krisis energi” dan khususnya Indonesia mengalami krisis energi listrik secara nasional. Listrik merupakan salah satu kebutuhan hidup manusia yang sangat primer, sehingga diperlukan suatu instalasi pembangkit tenaga listrik yang efisien. Berbagai macam jenis pembangkit listrik telah banyak dibuat mulai dari turbin gas, turbin uap, turbin air, kincir air dan *solar cell* dengan berbagai keuntungan dan kelebihan [1].

Permintaan listrik dimasa mendatang akan terus tumbuh sejalan dengan pertumbuhan ekonomi dan penambahan penduduk. Total produksi listrik Pada tahun 2013 mencapai 213 TWh dan diproyeksikan terus mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya kebutuhan listrik diseluruh sektor pengguna energi. Diperkirakan pertumbuhan produksi listrik dalam skenario BaU (Business as Usual) mencapai 6,5% pertahun dimana pada tahun 2025 total produksi listrik mencapai 536 TWh, dan terus meningkat hingga mencapai 2.162 TWh di tahun 2050. Data konsumsi dan produksi energi listrik di Indonesia dapat dilihat pada tabel 1.1 [2].

Dari tabel 1.1 dapat dilihat bahwa kebutuhan dari energi listrik meningkat setiap tahun. Oleh karena itu produksi listrik harus mengimbangi kebutuhan tersebut.

Wilayah indonesia yang secara umum memiliki sumber aliran air dan di beberapa wilayah didukung dengan kondisi geografis bergunung-gunung yang dapat menyebabkan aliran air memiliki beda ketinggian, memberikan peluang bagi pemanfaatan pembangkit energi air. Potensi pembangkit energi air di indonesia cukup besar, untuk PLTA potensinya mencapai 75.000 MW dan baru dimanfaatkan 5.700 MW sedangkan untuk pembangkit mini dan mikro hidro potensinya mencapai 460 MW dengan pemanfaatannya baru mencapai 228 MW [2].

Tabel 1.1 Produksi dan Konsumsi Energi Listrik di Indonesia (Kementerian ESDM Indonesia)

Tahun	Daya Terpasang MW	Produksi Listrik (GWh)	Konsumsi Listrik (GWh)
2008	25.574	148.058	129.018
2009	25.637	156.797	134.582
2010	32.889	175.976	149.807
2011	35.295	184.173	158.694
2012	44.739	201.714	174.342
2013	47.223	213.750	183.717

Pemanfaatan energi air untuk pembangkit listrik dapat di kategorikan dalam empat kelas. Energi air dengan kapasitas minimal daya yang dihasilkan mencapai 15 MW dikategorikan sebagai PLTA yang terhubung ke jaringan listrik terkoneksi. Pembangkit dengan kapasitas antara 1 hingga 15 MW dikategorikan *medium* hidro. Selanjutnya adalah pembangkit mini hidro dimana daya yang dihasilkannya berkisar antara 100 kW hingga 1 MW, sedangkan kategori yang keempat adalah pembangkit mikrohidro yang memiliki kapasitas antara 1 kW hingga 100kW. [14]

Pemanfaatan tenaga air (hidro) di Indonesia masih jauh dari optimal, terutama untuk skala kecil, misalnya, pembangkit minihidro atau mikrohidro. Potensi tenaga air yang berasal dari sungai-sungai kecil, termasuk saluran irigasi banyak dijumpai dan merupakan peluang yang bagus untuk dikembangkan menjadi energi listrik di daerah pedesaan, khususnya yang tidak dapat dijangkau listrik PLN. Pengembangan dapat dilakukan dalam bentuk PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro). Menurut Direktorat Jenderal Energi Baru dan Terbarukan, Kementerian ESDM, di Indonesia terdapat 266 titik lokasi PLTMH dengan perkiraan daya 1.200 MW, dan sampai saat ini baru dikembangkan sebanyak 33 PLTMH kapasitas 67,68 MW [9].

PLMTH memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan energi terbarukan lainnya, diantaranya yaitu:

1. Dibandingkan dengan pembangkit listrik jenis lainnya, PLMTH ini cukup murah karena sumber energi yang digunakan berasal dari air yang tersedia melimpah di alam.
2. Memiliki konstruksi yang sederhana dan dapat dioperasikan di daerah terpencil dengan tenaga terampil penduduk daerah setempat dengan sedikit latihan.
3. Tidak menimbulkan pencemaran dan tidak menghasilkan emisi CO₂ yang merupakan pemicu pemanasan global.
4. Dapat dipadukan dengan program lainnya, misalnya irigasi dan perikanan.
5. Dapat mendorong masyarakat agar dapat menjaga kelestarian alam sekitar.

Pemanfaatan energi listrik seperti Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLMTH) akan sangat menguntungkan bagi industri kecil maupun masyarakat pedesaan yang belum terjangkau listrik dari Perusahaan Listrik Negara (PLN)



Gambar 1.1 Potensi Energi Air di Indonesia [9].

Melihat kondisi geografis di Indonesia yang memiliki banyak sungai dan aliran air dengan ketinggian jatuh air yang tinggi maka diperlukan sumber energi alternatif yang dapat dimanfaatkan untuk pembangkit listrik dan tersedia di lingkungan pedesaan. [2]

Turbin Pelton merupakan turbin jenis impuls yang belum banyak dikembangkan untuk skala pedesaan khususnya yang mempunyai potensi tenaga air dengan potensi tinggi jatuh air yang cukup besar. Salah satu energi baru terbarukan yang cukup melimpah keberadaanya namun masih sangat kecil pemanfaatannya adalah energi mikro hidro. Di Sumatera Selatan sebelah Barat yang merupakan pegunungan bukit barisan banyak dijumpai air terjun dan aliran air yang mana beda ketinggian dan debit air yang bervariasi. Melihat potensi yang ada di Sumsel maka perlu dikaji suatu jenis turbin air yang memanfaatkan ketinggian jatuh air sebagai penggerak turbin. Berbagai bentuk turbin air dengan skala mikro maupun mini telah dapat dibuat dan dimanfaatkan dengan baik,

Berbagai studi menunjukkan bahwa potensi tenaga air di daerah pedesaan dengan kondisi ketinggian jatuh (*head*) yang cukup baik dengan debit aliran (*flow*) yang relatif kecil belum banyak dimanfaatkan. Turbin *Pelton* sangat cocok digunakan untuk *head* tinggi, penyemprotan air ke sudu turbin dapat menggunakan jumlah nosel lebih dari satu buah agar mendapatkan tenaga yang lebih besar [16].

Prinsip kerja turbin pelton adalah mengkonversi daya fluida dari air menjadi daya poros untuk digunakan memutar generator listrik, dimana energi potensial air disemprotkan ke *bucket* untuk diubah menjadi energi mekanik yang digunakan untuk memutar poros generator.

Turbin Pelton mempunyai beberapa keuntungan antara lain efisiensi turbin yang relatif stabil pada berbagai perubahan debit aliran dan mudah dalam perakitannya. Oleh karena itu perlu dilakukannya analisis performansi dari turbin pelton untuk mendapatkan karakteristik dan efisiensinya agar dapat digunakan sebagai acuan untuk Pembangkit Tenaga listrik yang dapat digunakan untuk kebutuhan sehari-hari. [3]

1.2 Rumusan Masalah

Pada kondisi aktualnya sebuah turbin pelton belum tentu beroperasi pada kondisi desain dikarenakan faktor-faktor yang ada. Dalam penelitian ini faktor yang digunakan sebagai acuan adalah beban, debit air. Untuk mengetahui

seberapa besar pengaruh faktor tersebut maka dilakukan penelitian dengan melakukan variasi beban, debit air guna mengetahui kinerja dari turbin pelton.

1.3 Batasan Masalah

Mengingat luasnya permasalahan yang dapat diamati pada turbin Pelton, maka penulis memilih topik permasalahan yaitu “ Analisis Performansi Turbin Pelton Skala Mikro terhadap Variasi Beban dan Debit Aliran “. Dimana pada pengujian ini dapat dilihat pengaruh atau akibat yang ditimbulkan oleh perubahan beban dan debit aliran terhadap performansi dari turbin pelton yang dikaji.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan utama yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah menganalisis pengaruh variasi beban, dan debit aliran terhadap performansi dan kinerja turbin pelton mikro sehingga didapatkan hasil berupa grafik yang dapat menunjukkan kondisi pengoperasian optimal dari turbin pelton yang di dikaji dalam penelitian ini. Karakteristik grafik turbin pelton yang diperoleh yaitu:

1. Debit vs Efisiensi Turbin
2. Beban vs Efisiensi Turbin
3. Kecepatan Turbin vs Daya turbin
4. Kecepatan Turbin vs Efisiensi Turbin
5. Beban vs Kecepatan Turbin

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat dikembangkan dan dijadikan sebagai salah satu referensi bagi yang berhubungan dengan masalah yang dibahas seperti, digunakan sebagai acuan untuk perancangan turbin pelton untuk pembangkit skala lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dewan Energi Nasional, 2014., *Outlook Energi Indonesia 2014.*, Jakarta. 2014.
- [2] ESDM.,, *Handbook of Energy & Economic Statistics of Indonesia*, Center for Energy and Mineral Resources Data and Information on and Mineral Resources. Jakarta. 2010.
- [3] Husain, Zueb. *Basic Fluid Mechanic and Hidraulyc Machines*. Hyderabad: BS Publications. 2008.
- [4] B.Vinod dkk, *Design and Analysis Of Pelton Wheel.*, International Journal & Magazine of Engineering Technology, Management and Research. India. 2014
- [5] Matthew Gass, *Modification Of Nozzles For The Improvement Of Efficiency Of Pelton Type Turbines*, Hetch Hetchy Water and Power, Moccasin Ca USA. 2002.
- [6] Kvicinsky S, JL Kueny, F Avellan, E Parkinson. *Experimental and Numerical Analysis of Free surface flows in A Rotating Bucket*. Proceedings of the xxist IAHR Symposium on Hydraulic Machinery and Systems. Lausanne. 2002
- [7] J. D. McKinney, EG&G Idaho dkk. *Microhydropower Handbook Vol.1*, Idaho. 1983.
- [8] Streeter, V. L. & E. Benjamin Wylie. . *Fluid Mechanics 8 th Edition* , McGraw-hill, New York. 1985.
- [9] PT. Global Verde: *Hydropower Potential In Indonesia* [Internet] ;dipublikasi 20 Maret 2012 [dikutip 26 Februari 2016] Sumber :
<http://www.globalverdeenergy.com/hydropower.html>
- [10] Som, S.K. and Biswas, G., *Fluids Mechanics and Fluid Machines*, Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi.1998.
- [11] Munson. R. Bruce , *Fundamental of Fluid Mechanics 7th edition*, Jhon Wiley & Sons, inc, United States.2013
- [12] Gorla S.R Rama and Khan A. Aijaz , *Turbomachinery Design and Theory*, Marcel Dekker Inc, New York. 2004.

- [13] Bono dan Indarto, *Karakterisasi Daya Turbin Pelton Mikro*. Yogyakarta: UGM. 2008
- [14] Penche, C. dan De Minas, I.. *Layman's Handbook on How to Develop a Small Hydro Site*, 2nd ed., DG XVII, European Comission, Brussel, 1998.
- [15] Yunus, A., Cengel., dan John., M., Cimbala. *Fluid Mechanics: Fundamentals and Applications*. The McGraw-Hill Companies. Inc., United States, 2006.
- [16] Fox, R.W., Mc Donald A.T., Pritchard P.J. *Introduction to Fluid Mechanics* 6th Edition. New York. John Wiley & Sons Inc. 2003.