

jTEP

JURNAL KETEKNIKAN PERTANIAN

P-ISSN No. 2407-0475 E-ISSN No. 2338-8439

Vol. 5, No. 3, Desember 2017



Publikasi Resmi
Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia
(Indonesian Society of Agricultural Engineering)
bekerjasama dengan
Departemen Teknik Mesin dan Biosistem - FATETA
Institut Pertanian Bogor



Jurnal Keteknikan Pertanian (JTEP) terakreditasi berdasarkan SK Dirjen Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Ristek Dikti Nomor I/E/KPT/2015 tanggal 21 September 2015. Selain itu, JTEP juga telah terdaftar pada Crossref dan telah memiliki Digital Object Identifier (DOI) dan telah terindeks pada ISJD, IPI, Google Scholar dan DOAJ. Mulai edisi ini redaksi memandang perlu untuk meningkatkan nomor penerbitan dari dua menjadi tiga kali setahun yaitu bulan April, Agustus dan Desember berisi 12 naskah untuk setiap nomornya. Hal ini dimaksudkan untuk mengurangi masa tunggu dengan tidak menurunkan kualitas naskah yang dipublikasikan. Jurnal berkala ilmiah ini berkiprah dalam pengembangan ilmu keteknikan untuk pertanian tropika dan lingkungan hayati. Jurnal ini diterbitkan dua kali setahun baik dalam edisi cetak maupun edisi online. Penulis makalah tidak dibatasi pada anggota **PERTETA** tetapi terbuka bagi masyarakat umum. Lingkup makalah, antara lain: teknik sumberdaya lahan dan air, alat dan mesin budidaya pertanian, lingkungan dan bangunan pertanian, energi alternatif dan elektrifikasi, ergonomika dan elektronika pertanian, teknik pengolahan pangan dan hasil pertanian, manajemen dan sistem informasi pertanian. Makalah dikelompokkan dalam *invited paper* yang menyajikan isu aktual nasional dan internasional, *review* perkembangan penelitian, atau penerapan ilmu dan teknologi, *technical paper* hasil penelitian, penerapan, atau diseminasi, serta *research methodology* berkaitan pengembangan modul, metode, prosedur, program aplikasi, dan lain sebagainya. Penulisan naskah harus mengikuti panduan penulisan seperti tercantum pada website dan naskah dikirim secara elektronik (online submission) melalui <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jtep>.

Penanggungjawab:

Ketua Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia
Ketua Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB

Dewan Redaksi:

Ketua : Wawan Hermawan (Scopus ID: 6602716827, Institut Pertanian Bogor)
Anggota : Asep Sapei (Institut Pertanian Bogor)
Kudang Boro Seminar (Scopus ID: 54897890200, Institut Pertanian Bogor)
Daniel Saputra (Scopus ID: 6507392012, Universitas Sriwijaya - Palembang)
Bambang Purwantana (Universitas Gadjah Mada - Yogyakarta)
Yohanes Aris Purwanto (Scopus ID: 6506369700, Institut Pertanian Bogor)
Muhammad Faiz Syuaib (Scopus ID: 55368844900, Institut Pertanian Bogor)
Salengke (Scopus ID: 6507093353, Universitas Hasanuddin - Makassar)
I Made Anom Sutrisna Wijaya (Scopus ID: 56530783200, Universitas Udayana - Bali)

Redaksi Pelaksana:

Ketua : Rokhani Hasbullah (Scopus ID: 55782905900, Institut Pertanian Bogor)
Sekretaris : Lenny Saulia (Scopus ID: 16744818700, Institut Pertanian Bogor)
Bendahara : Hanim Zuhrotul Amanah (Universitas Gadjah Mada - Yogyakarta)
Anggota : Dyah Wulandani (Scopus ID: 1883926600, Institut Pertanian Bogor)
Usman Ahmad (Scopus ID: 55947981500, Institut Pertanian Bogor)
Satyanto Krido Saptomo (Scopus ID: 6507219391, Institut Pertanian Bogor)
Slamet Widodo (Scopus ID: 22636442900, Institut Pertanian Bogor)
Liyantono (Scopus ID: 54906200300, Institut Pertanian Bogor)
Administrasi : Diana Nursolehat (Institut Pertanian Bogor)

Penerbit: Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia (PERTETA) bekerjasama dengan Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor.

Alamat: Jurnal Keteknikan Pertanian, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Kampus Institut Pertanian Bogor, Bogor 16680.
Telp. 0251-8624 503, Fax 0251-8623 026,
E-mail: jtep@ipb.ac.id atau jurnaltep@yahoo.com
Website: web.ipb.ac.id/~jtep atau <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jtep>

Rekening: BRI, KCP-IPB, No.0595-01-003461-50-9 a/n: Jurnal Keteknikan Pertanian

Percetakan: PT. Binakerta Makmur Saputra, Jakarta

Ucapan Terima Kasih

Redaksi Jurnal Keteknikan Pertanian mengucapkan terima kasih kepada para Mitra Bebestari yang telah menelaan (me-review) Naskah pada penerbitan Vol. 5 No. 3 Desember 2017. Ucapan terima kasih disampaikan kepada: Prof.Dr.Ir. I Made Supartha, MS.,PhD (Fakultas Teknologi Pertanian, Udayana), Prof.Dr.Ir. Bambang Purwantana, M.Agr (Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Gadjah Mada), Prof.Dr.Ir. Hj, Nurpilihan Bafdal, MSc (Universitas Padjadjaran), Prof.Dr.Ir. Ida Ayu Dwi Giriantari, PhD (Fakultas Teknik, Universitas Udayana), Prof.Dr.Ir. Kamaruddin Abdullah, MSA (Universitas Darma Persada), Prof.Dr.Ir. Sutrisno, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor), Andri Prima Nugroho, STP.,M.Sc (Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Gadjah Mada), Dr. Akhiruddin Maddu, MSi (Departemen Fisika, Institut Pertanian Bogor), Dr. Diding Suhandy, STP.,M.Agr (Fakultas Pertanian, Universitas Lampung), Dr.Ir. Chusnul Arief, STP.,M.Si (Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Edward Saleh, MS (Universitas Sriwijaya), Dr.Ir. Abdul Rozaq, DAA (Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Gadjah Mada), Dr.Ir. Gatot Pramuhadi, M.Si (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. I Dewa Made Subrata, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. I Wayan Budiastra, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Muhammad Faiz Syaib, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Roh Santoso, BW.,MT (Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Rokhani Hasbullah, MSi (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Rudiati Evi Masitoh, STP.,M.Dev.Tech, (Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Gadjah Mada), Dr.Ir. Sri Rahayoe, STP.,MP (Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Gadjah Mada).

Technical Paper

Pengaruh Jarak dan Posisi Nozzle Terhadap Daya Turbin Pelton

Effects of Distance and Nozzle Position on the Performance of Pelton Turbine

Yani Kurniawan, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik. Universitas Pancasila.
Email: yani.kurniawan@univpancasila.ac.id
Erlanda Augupta Pane, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik. Universitas Pancasila.
Email: pane_erlanda@yahoo.com
Ismail, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik. Universitas Pancasila.
Email: ismail2k7@gmail.com

Abstract

Pelton Turbine is a turbine which use nozzle as officers the direction of a stream water in order to move around of blade turbine. The rotating of turbine blade effected by some parameters such as the distance of the nozzle, position of nozzle, diameter of nozzle, number of nozzle, and the geometry shape of the blade turbine. An experimental study to analyze the affect of distance and position nozzle to Pelton Turbine of performance. The research method used experiment parameter was position of nozzle with three variations, first position is the right side horizontal of bottom shaft turbine, second position is vertical to down direction, and third position is the left side horizontal of upper shaft turbine. The parameter of nozzle distance used five variations was 24 cm, 23 cm, 22 cm, 21 cm, dan 20 cm, which measured from the end of position nozzle to blade turbine. The result shows that the right side horizontal of bottom shaft turbine with distance of nozzle 23 cm had the maximum performance to produce a power 125 Watt with the rotation of shaft turbine 263 rpm.

Keywords: *blade turbine rotation, pelton turbine Voltage, stream line flow, turbine nozzle distance, turbine nozzle position*

Abstrak

Turbin Pelton adalah sebuah turbin yang menggunakan *nozzle* sebagai pengatur arah aliran air ke sudu turbin yang berputar. Putaran sudu turbin dipengaruhi oleh beberapa parameter antara lain jarak *nozzle*, posisi *nozzle*, diameter *nozzle*, jumlah *nozzle*, dan bentuk geometri sudu turbin. Studi eksperimen yang dilakukan pada turbin pelton dimaksudkan untuk menganalisis pengaruh posisi dan jarak *nozzle* terhadap pergerakan sudu yang menentukan performa turbin pelton guna mendapatkan daya listrik yang optimum. Metode penelitian yang dilakukan menggunakan parameter pengujian yaitu posisi *nozzle* dengan tiga variasi yaitu pada posisi pertama adalah horizontal sebelah kanan sisi bawah poros turbin, posisi kedua adalah vertikal ke bawah, dan posisi ketiga pada horizontal sebelah kiri sisi atas poros turbin. Parameter jarak *nozzle* menggunakan lima variasi yaitu 24 cm, 23 cm, 22 cm, 21 cm, dan 20 cm, yang diukur dari posisi ujung *nozzle* terhadap sudu turbin pelton. Hasil penelitian menunjukkan bahwa posisi horizontal sebelah kanan sisi bawah dari poros turbin dengan jarak *nozzle* sebesar 23 cm merupakan hasil yang maksimum untuk menghasilkan putaran poros turbin sebesar 263 rpm dan mampu menghasilkan daya sebesar 125 Watt.

Kata kunci: putaran *blade* turbin, tegangan turbin pelton, jarak *nozzle* turbin, posisi *nozzle* tur

Diterima: 4 Nopember 2016; Disetujui: 7 Nopember 2017

Latar Belakang

Turbin Pelton merupakan turbin yang dimanfaatkan untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) di daerah pedesaan. Turbin pelton memanfaatkan *nozzle* sebagai pengatur arah aliran air untuk menggerakkan putaran sudu turbin. Putaran sudu turbin tersebut dipengaruhi oleh beberapa parameter yaitu jarak *nozzle*, posisi *nozzle*, diameter *nozzle*, jumlah *nozzle*, dan bentuk geometri sudu turbin. Penelitian sebelumnya telah dilakukan dengan perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) skala laboratorium dengan memanfaatkan turbin pelton menggunakan *nozzle* sebanyak satu buah dan ukuran diameter sebesar 5.08 cm. PLTMH tersebut mampu menghasilkan daya listrik sebesar 75 Watt (Prasetyo et al, 2013). Peningkatan performa dari turbin pelton tersebut telah dilakukan dengan melakukan perubahan variasi jumlah *nozzle* menjadi dua buah, dengan ukuran diameter tiap-tiap *nozzle* sebesar 3.81 cm, dan mampu menghasilkan daya listrik sebesar 125 Watt (Kurniawan, 2016). Hasil ini membuktikan bahwa apabila ukuran diameter *nozzle* diperkecil dan penambahan jumlah *nozzle* mampu meningkatkan daya listrik yang dihasilkan. Peningkatan daya listrik ini dipengaruhi oleh aliran air yang masuk menuju sudu semakin cepat sehingga memberikan gaya tumbukan searah dengan perubahan gaya terhadap setiap putaran rotasi poros sudu turbin. Hal ini mampu memberikan besaran satu sampai dengan dua persen dari energi total aliran air yang keluar dari *nozzle* (Zhang, 2009).

Penelitian dengan menggunakan pengaruh parameter posisi *nozzle* terhadap performa turbin *cross-flow* dilakukan dengan menggunakan variabel arah vertikal dan horizontal terhadap sudu turbin *cross-flow* dengan debit aliran sebesar 0.23 liter per detik (Ranterung et al, 2016). Hasil yang didapatkan adalah jika *nozzle* diposisikan dalam kondisi horizontal menghasilkan daya listrik lebih besar yakni sebesar 3.468 Watt, dan efisiensi sistem turbin *cross-flow* yang dicapai sebesar 45.97% jika dibandingkan dengan posisi vertikal. Berdasarkan posisi telah dibuktikan jika posisi horizontal mampu menghasilkan daya listrik yang besar. Namun, dalam posisi horizontal dengan jarak *nozzle* terhadap sudu turbin belum diketahui untuk mendapatkan daya listrik yang optimum. Ini dapat dijadikan sebagai catatan bahwa jarak antara keluaran *nozzle* dengan sudu turbin pelton akan memberikan dampak yang sangat penting untuk menentukan jaraknya aliran air yang mampu keluar sebelum menumbuk sudu turbin pelton. Lebih dari itu, hal ini mungkin akan meningkatkan penyebaran aliran air ke bagian titik sudu turbin yang memberikan efek putaran poros sudu turbin menjadi tinggi, terutama apabila ujung *nozzle* keluaran tersebut semakin dekat dengan sudu turbin

Tabel 1. Spesifikasi instalasi PLTMH skala laboratorium.

No	Parameter	Nilai
1.	Debit Aliran	2.85 l/s
2.	Kecepatan aliran	2.5 m/s
3.	<i>Head</i> elevasi	3.5 m
4.	Elevasi bak reservoir	0.75 m

pelton (Stamatelos et al, 2014). Untuk membuktikan hal tersebut, maka akan dilakukan penelitian lanjut pada penelitian sebelumnya (Kurniawan, 2016), di mana akan dilakukan pengaruh posisi dan jarak *nozzle* terhadap sudu turbin untuk menentukan performa turbin pelton yang optimum.

Bahan dan Metode

Alat dan Bahan

Pipa yang digunakan menggunakan bahan jenis *Polyvinyl Chloride* (PVC). Pipa PVC ini dibagi menjadi dua fungsi yaitu fungsi pertama sebagai pipa tempat aliran air dengan ukuran diameter pipa sebesar 10.16 cm dan 6.35 cm dan fungsi yang kedua sebagai *nozzle* dengan ukuran diameter sebesar 3.81 cm. Khusus pada bagian *nozzle* ada penambahan bahan *reducer* pipa yang dilengkapi dengan *watermur*. Rumah turbin yang dibentuk menggunakan bahan berupa PVC dan akrilik yang dapat dibuka tutup untuk pengaturan jarak *nozzle*. Generator yang digunakan memiliki tipe *Direct Current* (DC). Penyambungan poros turbin pelton dengan poros generator menggunakan *timing-belt* tipe *Optibelt ZR 300L*. Untuk poros dan *bearing* yang digunakan memiliki tipe poros SC45-D sedangkan *bearing* memiliki ukuran 6204-2RS dengan dudukan model omega. Lampu LED dijadikan sebagai beban untuk penelitian ini. Peralatan pengujian yang digunakan pada penelitian ini adalah penggaris untuk menentukan jarak pada *nozzle* terhadap sudu turbin, tachometer digital tipe *Sanfix DT-2234L* untuk membaca putaran poros turbin dalam satuan rpm dan *multimeter* tipe *Heles SP-38D* untuk membaca tegangan listrik dalam satuan Volt-DC dan arus listrik dalam satuan Ampere.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan merupakan hasil lanjutan dari penelitian perancangan dan pembangunan PLTMH skala laboratorium (Kurniawan, 2016) sebelumnya. Penelitian ini dapat dijelaskan secara terperinci pada sub bab - sub bab berikut ini

Persiapan Instalasi Eksperimen

Proses instalasi PLTMH skala laboratorium telah dipersiapkan pada penelitian sebelumnya. Instalasi PLTMH tersebut dapat dilihat pada Gambar 1

berikut, dan spesifikasi instalasi PLTMH skala laboratorium dapat dilihat pada Tabel 1.

Persiapan pada penelitian ini adalah penentuan parameter pengujian *nozzle* berupa posisi dan jarak semprotan *nozzle* dari sudu turbin yang dilanjutkan pembuatan *nozzle* dengan dimensi panjang berdasarkan variasi jarak terhadap posisi sudu turbin. Pembuatan *nozzle* yang digunakan untuk proses pengujian ini memiliki bentuk geometri seperti pada Gambar 2 berikut.

Bentuk geometri *nozzle* tersebut akan mengalami penyempitan pada bagian ujung dengan adanya penambahan *reducer* yang dilengkapi dengan *watermur*. Hal ini bertujuan untuk membuat kecepatan aliran air yang keluar dari *nozzle* semakin besar sehingga, mampu membuat sudu turbin pelton berputar.

Pengujian dan Analisis Hasil Pengujian Nozzle

Parameter posisi *nozzle* yang digunakan untuk pengujian performa turbin pelton mengambil tiga variasi posisi yaitu pada posisi pertama adalah horizontal sebelah kanan sisi bawah poros turbin, posisi kedua adalah vertikal ke bawah, dan posisi ketiga pada horizontal sebelah kiri sisi atas poros turbin. Parameter jarak *nozzle* menggunakan lima variasi yaitu 24 cm, 23 cm, 22 cm, 21 cm, dan 20 cm, pada posisi ujung *nozzle* terhadap posisi sudu turbin. Posisi dan jarak *nozzle* yang digunakan tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.

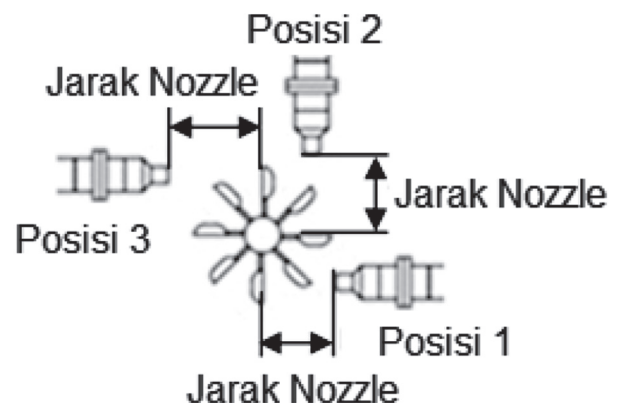
Pada saat *nozzle* mengeluarkan aliran air ke dalam sudu turbin pelton tersebut, maka data yang akan diambil berupa data putaran poros dengan satuan rpm. Mekanisme pengambilan data tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.

Proses pengambilan data dibagi menjadi dua bagian yaitu pengambilan data disaat putaran poros turbin pelton tanpa beban dan dengan beban. Beban yang digunakan berupa lampu LED. Pada putaran turbin pelton tanpa beban data yang diambil

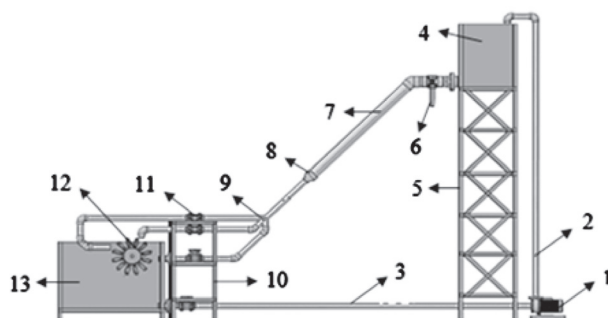
hanya berupa data putaran poros turbin tanpa adanya penyambungan dengan poros generator. Pada putaran turbin pelton dengan beban, data yang diambil berupa data putaran poros turbin beserta dengan tegangan dan arus listrik yang dihasilkan. Data diambil saat kondisi poros turbin pelton disambungkan dengan poros generator menggunakan *timing belt*, sehingga putaran poros turbin mampu menggerakkan poros generator. Data putaran poros dapat diambil menggunakan alat *tachometer*, di mana *tachometer* diarahkan



Gambar 2. Bentuk nozzle yang dibuat.



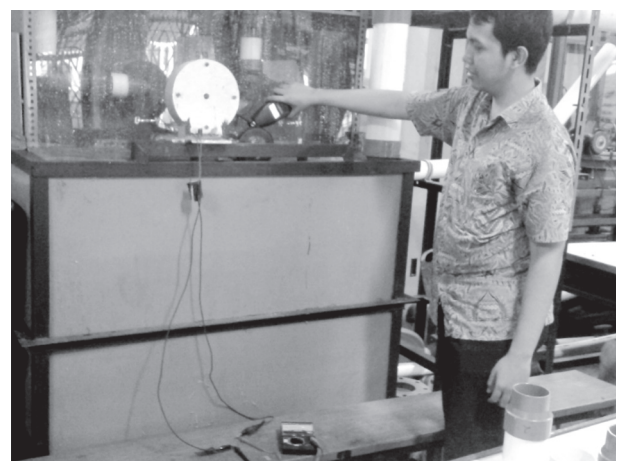
Gambar 3. Posisi dan jarak nozzle.



Keterangan :

- | | |
|---------------------------|--------------------------------------|
| 1. Pompa | 8. Reducer 4 x 3 inci |
| 2. Pipa penyalur 2 inci | 9. Reducer tee "y" modifikasi 3 inci |
| 3. Pipa penghubung 2 inci | 10. Rangka siku |
| 4. Bak / reservoir | 11. Valve 3 inci |
| 5. Rangka bak / reservoir | 12. Turbin pelton |
| 6. Valve 4 inci | 13. Bak / reservoir bawah |
| 7. Pipa 4 inci | |

Gambar 1. Instalasi sistem pengujian PLTMH skala laboratorium.



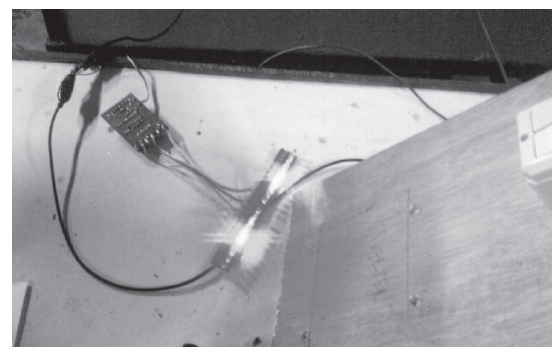
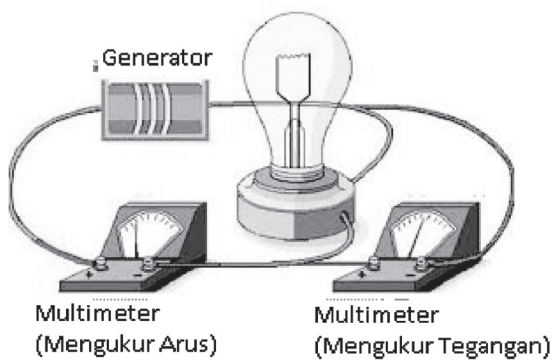
Gambar 4. Proses pengambilan data putaran poros.

Tabel 2. Hasil pengujian putaran poros tanpa beban.

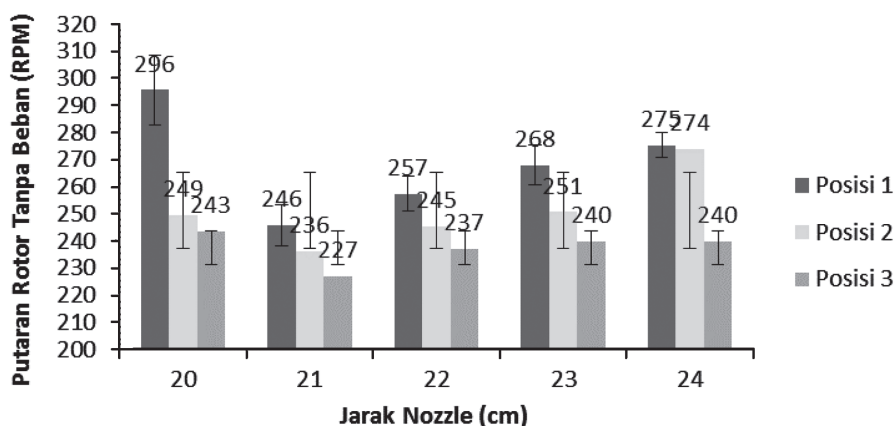
Posisi	Jarak nozzle (cm)	Putan rotor tanpa beban (rpm)				
		Pengukuran 1	Pengukuran 2	Pengukuran 3	Rata-rata	Standar Deviasi
1	20	292	285	310	296	12.9
	21	239	244	254	246	7.6
	22	250	262	260	257	6.4
	23	260	270	274	268	7.2
	24	270	278	278	275	4.6
2	20	235	246	267	249	16.3
	21	215	239	254	236	19.7
	22	240	245	251	245	5.5
	23	242	252	258	251	8.1
	24	270	274	278	274	4.0
3	20	238	245	247	243	4.7
	21	231	223	227	227	4.0
	22	232	236	243	237	5.6
	23	236	241	243	240	3.6
	24	235	240	244	240	4.5

menuju putaran poros turbin yang bergerak. Saat poros tersebut berputar maka data putarannya dapat terbaca di alat *tachometer* tersebut. Proses pengambilan data dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan dan diambil hasil rata-ratanya beserta standar deviasinya. Putaran generator

mengakibatkan adanya aliran arus dan tegangan yang masuk ke dalam beban yang terpusat pada lampu LED. Mekanisme pengambilan data tegangan dengan satuan Volt-DC dan arus listrik dengan satuan Ampere tersebut menggunakan alat *multimeter*. Mekanisme pengambilan tegangan



Gambar 5. Mekanisme pengambilan data tegangan dan arus listrik.



Gambar 6. Grafik hubungan jarak dan posisi *nozzle* terhadap putaran poros tanpa beban.

Tabel 3. Hasil pengujian putaran poros dengan beban.

Posisi	Jarak nozzle (cm)	Putaran rotor tanpa beban (rpm)				
		Pengukuran 1	Pengukuran 2	Pengukuran 3	Rata-rata	Standar Deviasi
1	20	271	267	273	270	3.1
	21	235	240	244	240	4.5
	22	242	236	250	243	7.0
	23	258	264	268	263	5.0
	24	260	264	266	263	3.1
2	20	197	213	205	205	8.0
	21	226	227	234	229	4.4
	22	228	239	241	236	7.0
	23	252	260	264	259	6.1
	24	260	262	265	262	2.5
3	20	199	210	204	204	5.5
	21	214	220	228	221	7.0
	22	228	230	238	232	5.3
	23	230	234	239	234	4.5
	24	233	236	239	236	3.0

dan arus listrik dapat dilihat pada Gambar 5. Hasil data tegangan dan arus listrik yang didapatkan, digunakan untuk menentukan besaran daya yang dihasilkan.

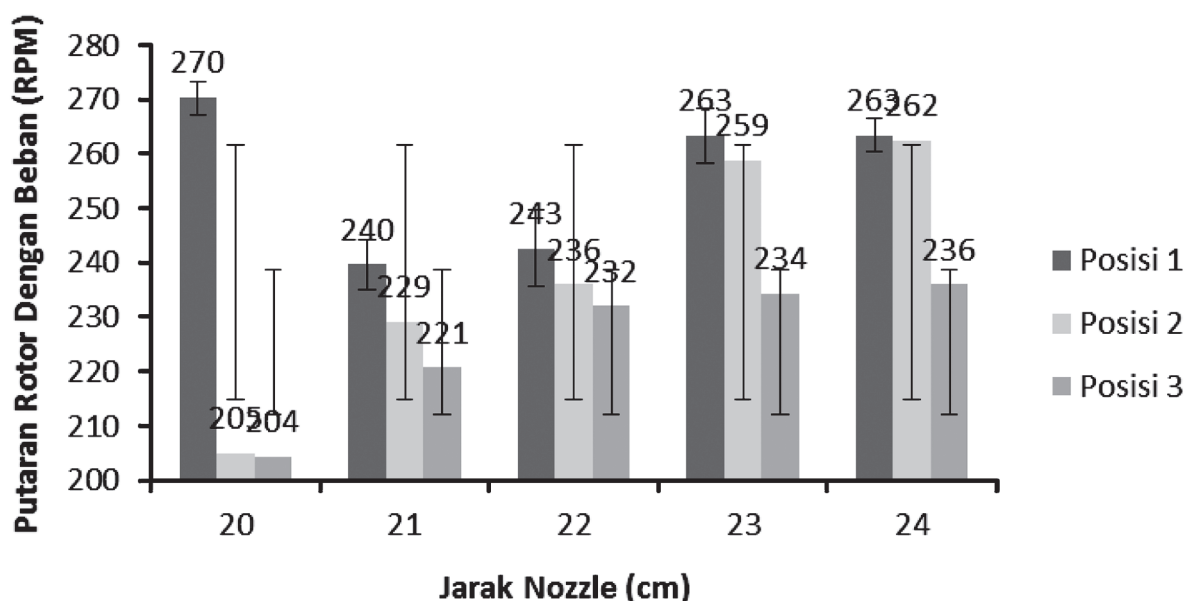
Hasil dan Pembahasan

Hubungan Jarak dan Posisi Nozzle terhadap Putaran Poros Tanpa Beban

Pengujian posisi dan jarak nozzle dilakukan dengan menggunakan dua pengujian yaitu pengujian tanpa beban dan pengujian dengan beban. Pada pengujian tanpa beban hasil pengujiannya dapat

dilihat pada Tabel 2, sedangkan hubungan antara jarak dan posisi nozzle terhadap putaran poros sudu turbin tanpa beban dapat disajikan pada grafik Gambar 6.

Berdasarkan Gambar 6 dapat dilihat bahwa putaran poros pada posisi nozzle pertama, kedua, dan ketiga memiliki bentuk tipe grafik yang sama. Grafik tersebut mengalami kondisi turun naik pada putaran poros seiring dengan perubahan jarak nozzle terhadap sudu turbin pelton. Pada posisi pertama dengan jarak 20 cm dari sudu menghasilkan putaran poros tertinggi yaitu sebesar 296 rpm. Pada posisi kedua dengan jarak 24 cm menghasilkan putaran poros tertinggi yaitu sebesar 274 rpm.



Gambar 7. Grafik hubungan jarak dan posisi nozzle terhadap putaran poros dengan beban.

Tabel 4. Hasil pengujian tegangan, arus listrik, dan perhitungan daya.

Posisi	Jarak nozzle (cm)	Tegangan (Volt-DC)	Arus (Ampere)	Daya (Watt)
1	20	49	2.10	102.9
	21	46	1.50	69.0
	22	48	1.80	86.4
	23	50	2.50	125.0
	24	49	2.00	98.0
2	20	47	1.80	84.6
	21	45	1.50	67.5
	22	46	1.50	69
	23	50	2.45	122.5
	24	48	2.00	96.0
3	20	40	1.50	60.0
	21	39	1.00	39.0
	22	41	1.40	57.4
	23	44	1.60	70.4
	24	46	1.70	78.2

Posisi ketiga dengan jarak 20 cm menghasilkan putaran poros tertinggi yaitu sebesar 243 rpm. Hasil ini menempatkan posisi pertama menghasilkan putaran poros tertinggi dibandingkan dengan posisi yang lainnya. Kondisi ini dapat dilihat dari aliran semprotan air yang keluar dari *nozzle* pada posisi pertama lebih besar. Besarnya semprotan air yang keluar ini dipengaruhi oleh faktor jumlah *elbow* yang digunakan pada setiap posisi. Jumlah *elbow* tersebut mempengaruhi aliran air yang mengalir pada pipa. Pada posisi pertama jumlah *elbow* yang ada sebanyak 3 buah lebih sedikit dibandingkan dengan posisi yang lain (posisi kedua dan ketiga) di mana kedua posisi ini memiliki jumlah *elbow* sebanyak 4 buah. Pernyataan tersebut dapat disimpulkan bahwa banyaknya jumlah *elbow* yang digunakan maka akan menyebabkan gesekan antara air yang mengalir dengan media alirannya yaitu pipa semakin besar, dan membuat tekanan pada aliran air akan semakin kecil. Kejadian ini akan menghasilkan *losses* pada air yang mengalir menuju *nozzle* semakin besar. Grafik putaran poros pada kondisi jarak semprotan *nozzle* terhadap sudu turbin dari 20 cm ke 21 cm pada semua posisi mengalami tren penurunan diakibatkan karena adanya pengaruh aliran air yang keluar dari *nozzle* yang tidak terkena sudut yang tepat pada sudu turbin dengan kata lain posisi antara air yang keluar dari *nozzle* dengan posisi sudu turbin kurang tepat, sehingga banyak air yang terbuang tanpa mampu menggerakkan sudu turbin tersebut.

Hubungan Jarak dan Posisi *Nozzle* terhadap Putaran Poros dengan Beban

Pengujian selanjutnya yang dilakukan adalah putaran poros sudu turbin dengan adanya

beban. Beban yang dimaksudkan adalah adanya sambungan antara poros turbin pelton, dan poros generator oleh *timing-belt* dan dari generator disambungkan dengan beban berupa lampu LED. Hasil pengukuran tersebut dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 7 berikut

Berdasarkan Gambar 7 hasilnya dapat dibandingkan dengan kondisi yang terjadi pada putaran poros turbin tanpa beban pada Gambar 6. Hasil putaran poros semakin menurun akibat adanya beban, karena daya tarik poros selain menggerakkan poros turbin juga menggerakkan poros generator. Pada posisi pertama putaran poros yang dihasilkan tertinggi pada jarak 20 cm sebesar 270 rpm. Posisi kedua putaran poros yang dihasilkan tertinggi pada jarak 24 cm sebesar 262 rpm, sedangkan pada posisi ketiga didapatkan putaran poros tertinggi pada jarak 24 cm sebesar 236 rpm. Meskipun dengan adanya penambahan beban posisi grafik pada Gambar 6 di atas tidak berubah dengan Gambar 5 sebelumnya, di mana pada Gambar 6 posisi pertama masih menghasilkan putaran poros yang lebih tinggi dibandingkan dengan posisi yang lainnya. Namun, perlu dicermati pada Gambar 7 bahwa kondisi putaran poros dengan jarak 20 cm untuk posisi kedua dan ketiga ketika dengan beban dibandingkan tanpa beban pada Gambar 6 terjadi perbedaan yang signifikan. Pada Gambar 6 sebelumnya dapat dilihat bahwa pada saat jarak ke 20 cm menuju jarak 21 cm putaran poros mengalami penurunan, sedangkan pada Gambar 7 mengalami peningkatan. Perbedaan ini terjadi disebabkan pada saat pengukuran dengan beban lebih lanjut *timing-belt* yang menghubungkan poros turbin dengan poros generator tidak diukur terlebih dahulu tingkat kekencangannya sehingga

mengakibatkan putaran poros turbin dengan putaran generator tidak tersinkronisasi dengan baik

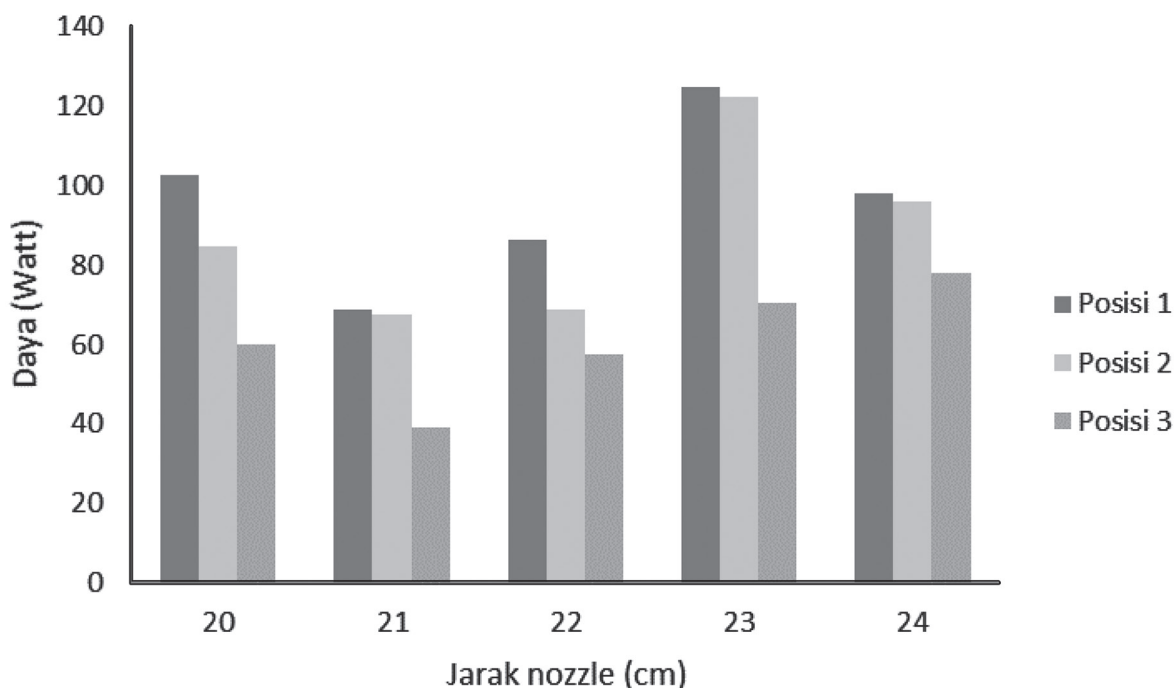
Hubungan Jarak dan Posisi Nozzle terhadap Daya Listrik

Putaran poros turbin dengan beban mampu menghasilkan daya listrik. Daya listrik tersebut berasal dari hasil perkalian antara data tegangan (Volt-DC) dengan data arus listrik (Ampere) yang terbaca pada alat ukur *multimeter*. Pengukuran data tegangan dan arus pada multimeter dilakukan sebanyak tiga kali, dan data yang ditampilkan pada Tabel 4 merupakan data hasil rata-rata dari proses pengukuran tersebut, untuk mengetahui daya listrik yang dihasilkan.

Berdasarkan Gambar 8 di atas dapat diketahui daya listrik maksimum yang dihasilkan pada setiap posisi. Posisi pertama dengan jarak 23 cm mampu menghasilkan daya listrik sebesar 125 Watt. Posisi kedua dengan jarak 23 cm mampu menghasilkan daya listrik sebesar 122.5 Watt. Pada posisi ketiga dengan jarak 24 cm mampu menghasilkan daya listrik sebesar 78.2 Watt. Jarak untuk menghasilkan daya listrik yang optimum sebesar 23 cm dari sudu turbin pelton menghasilkan putaran poros turbin sebesar 263 rpm. Hal ini dapat dianalisis bahwa apabila jarak yang terlalu dekat seperti pada data yang ada di Tabel 3 dan Gambar 7 di mana diketahui bahwa putaran poros turbin pada posisi pertama dengan jarak 20 cm menghasilkan putaran poros maksimum sebesar 270 rpm belum mampu menghasilkan daya listrik yang tinggi. Hal ini disebabkan oleh arah aliran air semprotan yang keluar dari *nozzle* tidak terlalu tepat mengenai titik optimum pada sudu turbin yang menyebabkan

putaran sudu turbin tidak bergerak dengan cepat, selain itu juga akan mengakibatkan banyaknya air yang terbuang dengan sia-sia dan tidak dapat dimanfaatkan secara maksimum. Hal ini juga berlaku pada jarak *nozzle* yang terlalu jauh dari sudu turbin yang mengakibatkan daya listrik yang dihasilkan kurang maksimum.

Hasil ini juga menunjukkan bahwa posisi pertama yaitu posisi horizontal di sisi sebelah kanan sudu turbin mampu menghasilkan daya listrik yang tinggi sesuai dengan putaran poros rotor yang tinggi pula. Apabila dibandingkan dengan data literatur (Rantererung *et al*, 2016) yang digunakan dapat dibuktikan bahwa posisi *nozzle* horizontal mampu menghasilkan daya listrik yang lebih besar dibandingkan dengan posisi vertikal. Selain itu, grafik daya listrik menunjukkan jika pada posisi pertama *nozzle* dengan posisi kedua *nozzle* memiliki kedekatan garis grafik, sedangkan pada posisi ketiga lebih jauh dibandingkan dengan dua posisi sebelumnya. Hal ini diakibatkan posisi ketiga *nozzle* dengan arah horizontal di posisi sebelah kiri atas dari pusat poros turbin memiliki luas area semprotan lebih kecil sehingga hanya mampu menggerakkan sedikit sudu turbin pelton, karena aliran air tersebut akan langsung jatuh secara gravitasi ke bawah, sedangkan pada posisi *nozzle* secara vertikal memiliki luas area semprotan yang lebih besar sehingga mampu menggerakkan sudu turbin pelton lebih banyak dibandingkan dengan arah horizontal pada posisi sebelah kiri atas dari poros sudu turbin. Pengaruh dari arah sudu turbin juga mempengaruhi, di mana arah sudu turbin yang digunakan berlawanan arah jarum jam, dan mengarah ke *nozzle* sehingga usaha yang dilakukan



Gambar 8. Grafik hubungan jarak dan posisi *nozzle* terhadap daya listrik (Watt).

nozzle untuk mengalirkan air menuju sudu turbin tidak terlalu banyak hambatan, sedangkan pada posisi *nozzle* horizontal sebelah kiri sisi atas poros turbin (posisi ketiga) turbin memiliki usaha yang sedikit maksimal dibandingkan dengan posisi lainnya, karena posisi yang bersangkutan berada pada posisi berlawanan arah terhadap posisi sudu turbin. Hal ini, terlihat dari hasil tegangan dan arus listrik yang terbaca pada multimeter, dengan kata lain hasil perkalian antara data tegangan dan arus listrik menghasilkan data daya yang kurang maksimum.

Simpulan

Penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa posisi dan jarak *nozzle* juga mempengaruhi daya turbin pelton. Performa turbin pelton untuk menghasilkan putaran poros turbin dan daya listrik yang maksimum terjadi pada posisi horizontal sebelah kanan sisi bawah dari poros turbin dengan jarak *nozzle* sebesar 23 cm dari sudu turbin, di mana dengan putaran poros turbin sebesar 263 rpm mampu menghasilkan daya listrik sebesar 125 Watt.

Ucapan Terima Kasih

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Kemenristek Dikti terhadap biaya Penelitian Dosen Pemula Tahun Anggaran 2016.

Daftar Pustaka

- Kurniawan, Y dan E. Prayogi. 2016. Analisis Pengaruh Jumlah dan Diameter Nozzle Serta Sudut Blade terhadap Putaran dan Daya Turbin Pelton pada PLTMH Skala Laboratorium. Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin Ke-11: Mewujudkan Kemandirian Energi Melalui Inovasi di Bidang Teknik Mesin, Universitas Kristen Petra, Surabaya, Agustus 4, 2016. p 65-67.
- Prasetyo, E., R. Hermawan, A. Syafitri dan Y. Kurniawan. 2013. Optimasi Perancangan Turbin Pelton pada Sistem Mikrohidro. Prosiding Seminar Material Metalurgi: Peningkatan Nilai Tambah Sumber Daya Mineral Menuju Kemandirian Industri Metalurgi dan Material Nasional, Pusat Penelitian Teknologi (Puspitek) LIPI Tangerang, November 27, 2013. p 131.
- Rantererung, L.C., S. Soeparman, R. Soenoko and S. Wahyudi.2016. Dual Nozzle Cross Flow Turbine as an Electrical Power Generation. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences Vol.11 (1): 15-19.
- Stamatelos, F.G., J.S. Anagnostopoulos and D.E. Papantonis.2011.Performance Measurements on a Pelton Turbin Model. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part A: Journal of Power and Energy Vol.225: 351-362.
- Zhang, Zh.2009.Inlet Flow Condition and the Jet Impact Work in a Pelton Turbine. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part A: Journal of Power and Energy 2009 Vol.223: 589-596.