



## STUDI PENGARUH DEBIT DAN JUMLAH TINGKAT *HELICAL RUNNER* TERHADAP EFISIENSI TURBIN VORTEKS PLTPH

Haryadi<sup>1a</sup>, Ali Mahmudi<sup>2</sup>, Sugianto<sup>3</sup>, Dibyo Setiawan<sup>4</sup>.

<sup>1a,2</sup> Program Studi D-III Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung

<sup>3</sup> Program Studi D-III Teknik Aeronautika, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung

<sup>4</sup> Program Studi D-IV Proses Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung

Korespondensi:

<sup>a</sup> Program Studi D-III Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung  
haryadi.mesin@polban.ac.id

### ABSTRAK

Data Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Barat dalam angka Tahun 2023 diketahui informasi bahwa daya listrik terpasang tahun 2022 sebesar 30.196,9 MVA. Berdasarkan data Indonesia *Energy Transition Outlook* 2023, Provinsi Jawa Barat berada di klasifikasi terendah dengan persentase 7-23%. Peningkatan angka pada area pembangkit listrik tenaga pikohidro yang sistem beroperasi dengan *head* rendah dapat meningkatkan angka distribusi penyediaan energi listrik. Alokasi anggaran untuk riset tersedia di polban bagi dosen internalnya, melalui skema ini tim peneliti berencana meningkatkan daya dan efisiensi turbin vorteks, capaian target luaran penelitian 2023, efisiensi sebesar >30% dari capaian riset sebelumnya sebesar 29%. Studi yang dilakukan saat ini dengan variasi debit dan jumlah tingkat *runner* dalam rangka peningkatan efisiensi turbin vorteks. Operasi eksperimen berpendekatan pada SNI 8277:2016, variasi debit 7-10 l/s, penerapan *runner helix* 63° satu dan dua tingkat. Pembeban diberi secara bertahap hingga putaran *runner* berhenti. Hasil pencatatan eksperimen penerapan *runner helix* 63° satu tingkat, diperoleh efisiensi tertinggi terjadi pada debit 9 l/s dengan efisiensi 37%, sedangkan eksperimen penerapan *runner* 63° dua tingkat efisiensi tertinggi terjadi pada penerapan debit 8 l/s dengan efisiensi 34%, semakin debit ditambah respon efisiensi tidak selalu meningkat.

**Kata kunci:** Debit, *Runner*, Vorteks, Pikohidro, Efisiensi,

### ABSTRACT

Data from the West Java Province Central Statistics Agency in figures for 2023 shows that the installed electric power in 2022 is 30,196.9 MVA. Based on Indonesia *Energy Transition Outlook* 2023 data, West Java Province is in the lowest classification with a percentage of 7-23%. Increasing the number in the pico hydro power plant area where the system operates with a low head can increase the distribution number of electrical energy supply. The budget allocation for research is available at Polban for internal lecturers. Through this scheme, the research team plans to increase the power and efficiency of vortex turbines, achieving research output targets in 2023, an efficiency of >30% from previous research achievements of 29%. The study currently being carried out varies

*the discharge and number of runner levels to increase the efficiency of the vortex turbine. Experimental operations approach SNI 8277:2016, variation of discharge 7-10 l/s, application of one and two-stage helix 630 runners. The load is applied gradually until the runner rotation stops. The results of the experimental recording of the application of the one-level Helix 63° runner showed that the highest efficiency occurred at a flow rate of 9 l/s with an efficiency of 37%, while the experimental application of the two-level runner 63° highest efficiency occurred at the application of a flow rate of 8 l/s with an efficiency of 34%, the more the flow rate was increased efficiency response does not always increase.*

**Keywords:** Discharge, Runner, Vortex, Picohydro, Efficiency,

## 1. PENDAHULUAN

Data Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Barat dalam angka Tahun 2023 pada Bab 6 terkait Pertambangan dan Energi diketahui informasi bahwa daya listrik terpasang tahun 2022 sebesar 30.196,9 MVA, produksi listrik sebesar 60.209.696.947,20 kWh, pelanggan listrik sebesar 16.310.301 meningkat sebesar 3,45% dari data pelanggan listrik tahun 2021 dan listrik yang terjual sebesar 56.226.114.031,76 kWh dengan jumlah terbesar pemakaian di daerah cikarang sebesar 13,16% [1]. Media detikjabar yang ditulis oleh Erick Disy Darmawan dengan judul 4.000 Rumah di Majalengka Belum Teraliri Listrik Mandiri, berdasarkan informasi tersebut diketahui bahwa masih terdapat daerah di Provinsi Jawa Barat yang belum teraliri listrik [2]. Berdasarkan citra satelit pada peta kontur di Provinsi Jawa Barat, dapat dilihat banyaknya Daerah Aliran Sungai yang mengalir dari hilir pegunungan menuju sungai. Kontur dengan aliran air dapat berpotensi menjadi pemanfaatan pembangkit listrik [3]. Klasifikasi pembangkit listrik menurut SNI 8396:2019 diketahui bahwa klasifikasi pembangkit listrik tenaga air skala kecil seperti piko adalah sampai dengan 5 kW; mikro mulai 5 kW-1 MW terbagi menjadi 4(empat) kelas A, B, C dan D; mini 1-10MW; skala menengah 10-50MW dan skala besar >50MW [4].

Hampir setengah dari target Energi Terbarukan di *RUED* lebih rendah dari Nasional target; potensi Energi Terbarukan di daerah harus dioptimalkan [5] seperti Provinsi Jawa Barat sesuai data Indonesia *Energy Transition Outlook 2023*, masih berada di klasifikasi terendah dengan persentase 7-23%, masih perlu ditingkatkan [6]. Peningkatan persentase tersebut dapat diisi dengan peningkatan luaran kontribusi pada klasifikasi pembangkit listrik tenaga piko dimana dapat beropersi dengan tinggi jatuh air yang rendah. Berdasarkan data yang diterbitkan oleh Humas Badan Riset Nasional bahwa PLT Piko hidro dapat meningkatkan ketersediaan energi listrik [7]. Acuan perencanaan spesifikasi teknis pembangkit listrik tenaga piko hidro dapat mengacu ketentuan SNI 8364:2018 [8].

Dalam rangka mendukung peningkatan tersebut Politeknik Negeri Bandung yang merupakan Institusi Pendidikan Vokasi telah memiliki Rencana Induk Penelitian 2021-2025 yang selaras dengan program pemerintah peningkatan dibidang energi baru terbarukan, dalam hal penelitian Politeknik Negeri Bandung telah mengalokasikan anggaran yang diperuntukan untuk penelitian [9]. Penelitian Terapan yang diperoleh Haryadi, dkk tahun 2023 merupakan keberlanjutan dari Penelitian sebelumnya dimana pada prosiding yang telah terbit yang berjudul "*Experimental Study On 3D Vortex Gravitational Turbine Runner*" tahun 2021 [10] dan yang sudah disusun akan disubmit berjudul "*Experimental and Numerical Study on Conical Gravitational Water Vortex Turbine with 3D Runner*" tahun 2022. Berikut bersama ini disampaikan artikel ilmiah sejenis yang menjadi beberapa referensi penulis dalam melaksanakan kegiatan penelitian lanjutan.

Dhakil dkk, (2015) melakukan penelitian terkait pengaruh bentuk kolam vorteks terhadap efisiensi dan daya luaran pada turbin vorteks dengan tipe dayung tanpa bevel. Penelitian dilakukan dengan pendekatan simulasi *CFD* dan eksperimen dengan 2 variasi bentuk kolam, yaitu silinder dan konus. Untuk mengetahui pengaruh sudut konus, divariasikan sudut konus kolam dari 5° - 20°. Simulasi *CFD* menunjukkan bahwa semakin besar sudut konus, maka kecepatan maksimum dari partikel pada medan aliran semakin besar. Kesimpulan yang diperoleh semakin besar sudut konus, maka semakin memberikan daya luaran yang semakin besar. Faktor respon lainnya semakin besar sudut konus, semakin berkurang head [11].

Bajracharya, dkk melakukan penelitian terkait pengaruh berbagai parameter geometri pada turbin vorteks kolam konus. Pada penelitian tersebut telah diinvestigasi sebanyak 7 (tujuh) unit bentuk *runner*. Setiap unit terdiri dari 4 jenis *runner* yang berbeda geometrinya. Dari penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa rasio tinggi *runner* terhadap kolam yang optimal adalah 0,31–0,32, sudut kemiringan (taper) sudu adalah sekitar 20°, sudut kurva sudu dilihat dari atas adalah 50°–60°, dan rasio potong tidak lebih dari 15% [12].

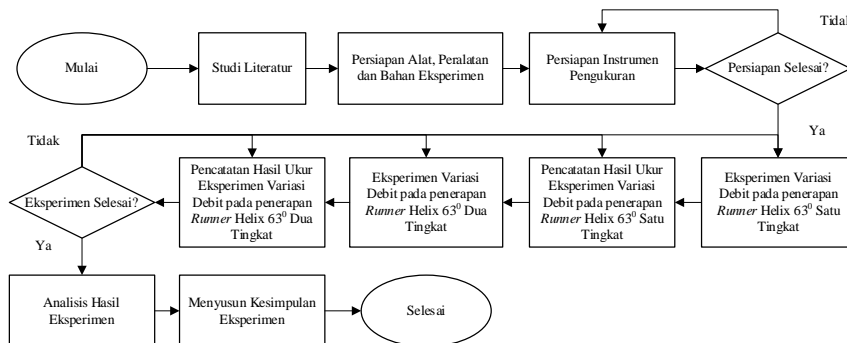
Dari penelitian *GWVT* kolam konus sebelumnya diperoleh bahwa kecepatan putar maksimum adalah sekitar 140 rpm, sedangkan kecepatan putar optimum adalah sekitar 100 rpm [13]. Sedangkan dengan kolam lebar diperoleh putaran maksimum 194 rpm. Hal ini menunjukkan bahwa diameter kolam yang lebih besar akan menghasilkan putaran yang lebih tinggi karena akan menghasilkan kecepatan tangensial yang lebih besar [14].

Haryadi dkk juga melakukan eksperimen dan telah mempublikasi karya ilmiah yang relevan terkait topik pengaruh debit dan jenis *runner* dengan membandingkan *runner savonius* dengan *runner helix 63°* satu tingkat, dengan pemotongan area saluran keluar air atau *draft tube* sebesar 2cm, parameter debit diterapkan 11–13 l/s, pemotongan area saluran keluar air atau *draft tube* yang mengakibatkan lebih besarnya saluran keluar air tidak selalu dapat meningkatkan efisiensi, efisiensi yang di capai hanya sebesar 29% dari target capaian efisiensi >30% [15].

Selanjutnya untuk penelitian terapan 2023 tetap dengan skala laboratorium dengan tujuan untuk meningkatkan daya dan efisiensi Turbin Vorteks [16], serta menghasilkan daya listrik yang signifikan, dengan memberikan perlakuan eksperimen *3D runner helix 63°* satu tingkat dan dua tingkat [17] dengan capaian target luaran efisiensi mencapai >30% dari capaian riset sebelumnya sebesar 29%. Keterbaruan penelitian kali ini adalah melakukan peningkatan efisiensi dengan penerapan *3D runner helix 63°* satu dan dua tingkat, serta melakukan modifikasi bangunan air dengan memperbesar dimensi guna menunjang peningkatan sistem. Pelaksanaan eksperimen pengujian mengacu pada SNI 8277:2016 tentang panduan komisioning pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH) kapasitas hingga 100 kW [18].

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

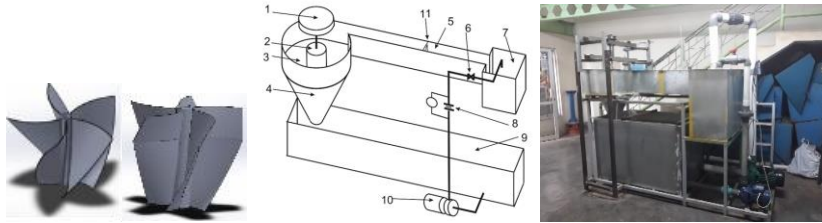
Metode penelitian yang diterapkan pada kegiatan ini merupakan metode yang berpendekatan pada eksperimen dimana alat diberi perlakuan tertentu yang dapat memberikan respon, tujuan kegiatan yaitu menganalisis respon pengaruh debit dan jumlah tingkat *runner helix 63°* terhadap efisiensi dari turbin vorteks pembangkit listrik tenaga pikohidro. Berikut merupakan alur kegiatan penelitian yang dimaksud:



**Gambar 1. Alur Kegiatan Studi Eksperimen**

Berdasarkan alur kegiatan penelitian pada gambar 1. bersama ini disampaikan tahapan kegiatan dimaksud:

Kegiatan studi literatur mengacu standard yang berlaku, literasi artikel ilmiah sejenis dan literasi digital dengan kunjungan laman web *online*. Persiapan alat, peralatan dan bahan yang diperlukan antara lain: pertama unit pembangkit listrik tenaga pikohidro skala laboratorium



**Gambar 2. Komponen turbin vorteks**

Berdasarkan gambar 2 berikut rincian komponen yang tersedia ditunjukkan pada matriks rincian komponen sebagai berikut:

**Tabel 1. Rincian alat dan bahan**

No	Deskripsi	No	Deskripsi
1.	Puli turbin	7.	Bak penenang
2.	3D Runner Helix 63° satu tingkat dan dua tingkat	8.	Instrumen aliran air
3.	Conical Basin	9.	Bak reservoir
4.	Draft Tube	10.	Unit pompa
5.	Water way	11.	Instrument weir meter
6.	Katup pengisian bak penenang		

### 2.3 Instrumen pengukuran

Instrumen pengukuran yang digunakan dalam eksperimen antara lain:

#### 2.3.1 Instrument pengukur torsi

Instrumen pengukur torsi terdiri dari rangkaian sabuk tali pada puli, timbangan digital dan bandul pemberat.



**Gambar 3. Rangkaian instrument pengukur torsi**

#### 2.3.2 Instrument pengukur debit

Instrumen pengukur debit terdiri dari jarum penunjuk elevasi muka air pada *waterway*,



**Gambar 4. Weir meter**

**2.3.3 Instrument pengukur putaran turbin**

Instrumen pengukur putaran turbin menggunakan alat ukur kontak *tachometer* berikut merupakan alat ukur yang digunakan:



**Gambar 5. Tachometer**

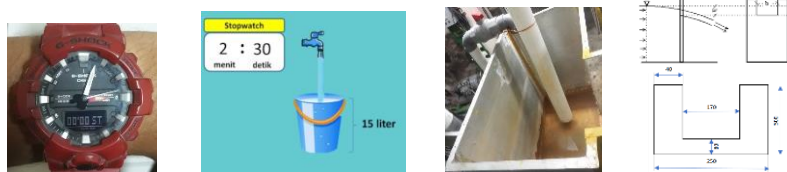
**2.4 Prosedur kegiatan eksperimen**

Mempersiapkan alat, peralatan dan bahan seperti pada gambar 2, 3, 4 dan 5, menyiapkan formulir pengukuran seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.

**Tabel 2. Matriks pengukuran data eksperimen**

Pemberat (kg)/F1	Weir (cm)	Tinggi muka air (mm)	Q (m <sup>3</sup> /s)	H (m)	rpm	F2	Nm	(Watt)	(Watt)	η
							T	Ph	P	Efisiensi

Kegiatan sebelum eksperimen adalah pelaksanaan kalibrasi debit dengan penerapan pengisian air dengan bukaan katup secara perlahan, diukur dengan bak penenang hingga level air mencapai tinggi waterway kemudian dihitung kecepatannya menggunakan *timer*. Ilustrasi dan peralatan seperti pada gambar 6.



**Gambar 6. Kalibrasi debit**

Pelaksanaan eksperimen menggunakan *3D runner helix 63°* satu tingkat dan dua tingkat. selanjutnya diterapkan bukaan katup yang mengeluarkan variasi debit 7 s.d 10 l/s. Setiap bukaan yang diuji di berikan pembebanan secara berkala, kemudian di ukur responnya pada setiap pembebanan hingga putaran *runner* berhenti. Melakukan pencatatan pada formulir isian eksperimen yang telah di siapkan.

**2.5 Prosedur analisis data**

Pencatatan hasil eksperimen pada luaran debit, putaran dan pembebanan yang telah dicatat selanjutnya direkap dan di olah untuk memperoleh rekapitulasi dan nilai maksimum hasil pengujian (data berupa tabulasi), kemudian hasil tabulasi diolah menjadi suatu gambar grafik yang dapat mendeskripsikan respon peningkatan atau penurunan selama pelaksanaan eksperimen. Data yang telah diolah dengan bentuk tabulasi dan grafik tahap selanjutnya adalah melakukan analisis terhadap hasil eksperimen yang telah dilaksanakan. Selanjutnya tahap akhir peneliti menyusun kesimpulan yang merupakan jawaban dari tujuan pada latar belakang, literasi dan metode yang digunakan.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Hasil eksperimen variasi debit dan penerapan 3D runner helix 63° satu tingkat

**Tabel 3. Rincian Pencatatan Uji Performa Q = 7 liter/s- runner helix 63° satu tingkat**

Runner helix 63° Satu Tingkat		Debit 7 l/detik							
Tinggi dari atas (mm)	Q (m <sup>3</sup> /s)	H (m)	rpm	F1	F2	Nm	(Watt)	(Watt)	
						T	Ph	P	Efisiensi
70	0.01	0.49	132.70	0.00	0.00	0.00	33.58	0.00	0%
60	0.01	0.48	126.70	0.50	0.07	0.30	32.90	3.92	12%
60	0.01	0.48	121.30	1.00	0.07	0.64	32.90	8.11	25%
65	0.01	0.49	119.60	1.25	0.16	0.75	33.24	9.42	28%
60	0.01	0.48	116.50	1.50	0.21	0.89	32.90	10.85	33%
<b>65</b>	<b>0.01</b>	<b>0.49</b>	<b>107.90</b>	<b>1.75</b>	<b>0.32</b>	<b>0.99</b>	<b>33.24</b>	<b>11.13</b>	<b>33%</b>
60	0.01	0.48	76.50	2.00	0.39	1.11	32.90	8.88	27%

Pencatatan hasil pengukuran eksperimen pengujian performa pada penerapan debit 7 l/s pada runner helix 63° satu tingkat memperoleh hasil efisiensi tertinggi sebesar 33%, pembebanan yang diberikan secara bertahap memiliki respon berfluktuasi dengan tinggi muka air mulai 70mm dan hasil akhir pembebanan sebelum runner berhenti berputar berada pada tinggi muka air setinggi 60mm dengan pembebanan maksimal 2 kg.

**Tabel 4. Rincian Pencatatan Uji Performa Q = 8 liter/s - runner helix 63° satu tingkat**

Runner helix 63° Satu Tingkat		Debit 8 l/s							
Tinggi dari atas (mm)	Q (m <sup>3</sup> /s)	H (m)	rpm	F1	F2	Nm	(Watt)	(Watt)	
						T	Ph	P	Efisiensi
85	0.01	0.51	133.10	0.00	0.00	0.00	39.55	0.00	0%
75	0.01	0.50	126.10	0.50	0.04	0.32	38.77	4.17	11%
75	0.01	0.50	124.90	0.75	0.05	0.48	38.77	6.33	16%
80	0.01	0.50	122.90	1.00	0.11	0.61	39.16	7.91	20%
75	0.01	0.50	120.70	1.25	0.19	0.73	38.77	9.20	24%
75	0.01	0.50	118.10	1.50	0.25	0.86	38.77	10.66	27%
75	0.01	0.50	113.50	1.75	0.31	0.99	38.77	11.75	30%
75	0.01	0.50	112.60	2.00	0.39	1.11	38.77	13.08	34%
75	0.01	0.50	107.70	2.25	0.48	1.22	38.77	13.71	35%
<b>75</b>	<b>0.01</b>	<b>0.50</b>	<b>98.10</b>	<b>2.50</b>	<b>0.50</b>	<b>1.38</b>	<b>38.77</b>	<b>14.14</b>	<b>36%</b>
			0.00	2.75	2.75	0.00			0%

Pencatatan hasil pengukuran eksperimen pengujian performa pada penerapan debit 8 l/s pada runner helix 63° satu tingkat memperoleh hasil efisiensi tertinggi sebesar 36% pembebanan yang diberikan secara bertahap memiliki respon berfluktuasi dengan tinggi muka air mulai 85mm dan hasil akhir pembebanan sebelum runner berhenti berputar berada pada tinggi muka air setinggi 75mm dengan pembebanan maksimal 2.5 kg.

**Tabel 5. Rincian Pencatatan Uji Performa Q = 9 liter/s - runner helix 63° satu tingkat**

Runner helix 63° Satu Tingkat		Debit 9 l/s								
Tinggi dari atas (mm)	Q (m <sup>3</sup> /s)	H (m)	rpm	F1	F2	Nm	(Watt)	(Watt)		
							T	Ph	P	Efisiensi
90	0.01	0.51	126.20	0.00	0.00	0.00	44.94	0.00	0%	
90	0.01	0.51	119.50	0.50	0.10	0.28	44.94	3.48	8%	
90	0.01	0.51	119.20	0.75	0.13	0.43	44.94	5.36	12%	
90	0.01	0.51	116.20	1.00	0.14	0.59	44.94	7.19	16%	
85	0.01	0.51	114.90	1.25	0.22	0.71	44.50	8.51	19%	
80	0.01	0.50	112.60	1.50	0.27	0.85	44.06	10.00	23%	
80	0.01	0.50	110.50	1.75	0.29	1.00	44.06	11.60	26%	
75	0.01	0.50	108.00	2.00	0.34	1.14	43.62	12.89	30%	
70	0.01	0.49	104.40	2.25	0.36	1.30	43.18	14.23	33%	
70	0.01	0.49	102.00	2.50	0.39	1.45	43.18	15.51	36%	
<b>70</b>	<b>0.01</b>	<b>0.49</b>	<b>98.10</b>	<b>2.75</b>	<b>0.47</b>	<b>1.57</b>	<b>43.18</b>	<b>16.08</b>	<b>37%</b>	
70	0.01	0.49	32.70	3.00	0.53	1.70	43.18	5.82	13%	

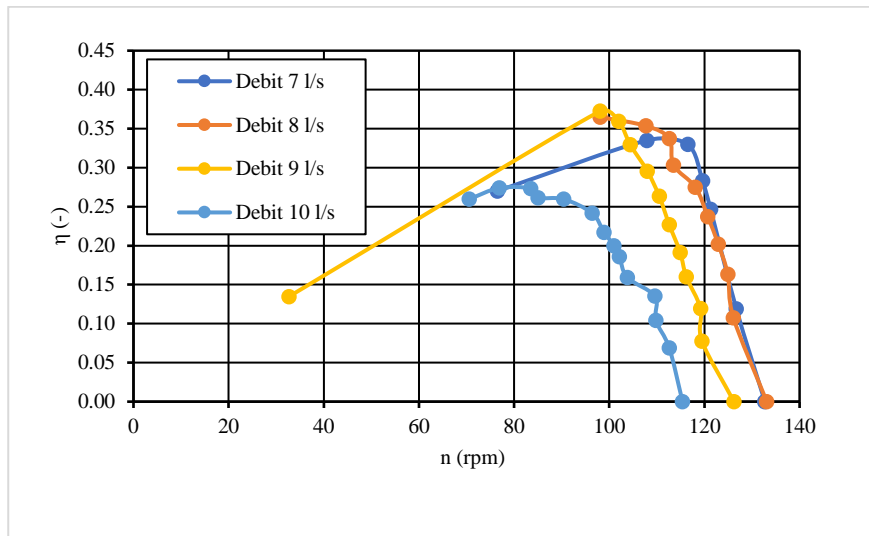
Pencatatan hasil pengukuran eksperimen pengujian performa pada penerapan debit 9 l/s pada *runner helix* 63° satu tingkat memperoleh hasil efisiensi tertinggi sebesar 37% pembebanan yang diberikan secara bertahap memiliki respon menurun dengan tinggi muka air mulai 90mm dan hasil akhir pembebanan sebelum *runner* berhenti berputar berada pada tinggi muka air setinggi 70mm dengan pembebanan maksimal 3 kg.

**Tabel 6. Rincian Pencatatan Uji Performa Q = 10 liter/s - runner helix 63° satu tingkat**

Runner helix 63° Satu Tingkat		Debit 10 l/s								
Tinggi dari atas (mm)	Q (m <sup>3</sup> /s)	H (m)	rpm	F1	F2	Nm	(Watt)	(Watt)		
							T	Ph	P	Efisiensi
110	0.01	0.53	115.40	0.00	0.00	0.00	51.89	0.00	0%	
95	0.01	0.52	112.60	0.50	0.07	0.30	50.42	3.48	7%	
95	0.01	0.52	109.80	0.75	0.09	0.46	50.42	5.25	10%	
95	0.01	0.52	109.60	1.00	0.14	0.59	50.42	6.82	14%	
90	0.01	0.51	103.80	1.25	0.19	0.73	49.93	7.95	16%	
90	0.01	0.51	102.10	1.50	0.24	0.87	49.93	9.29	19%	
85	0.01	0.51	101.00	1.75	0.39	0.93	49.44	9.88	20%	
85	0.01	0.51	98.90	2.00	0.49	1.04	49.44	10.74	22%	
90	0.01	0.51	96.40	2.25	0.51	1.19	49.93	12.06	24%	
85	0.01	0.51	90.40	2.50	0.53	1.36	49.44	12.84	26%	
85	0.01	0.51	85.00	2.75	0.64	1.45	49.44	12.93	26%	
<b>85</b>	<b>0.01</b>	<b>0.51</b>	<b>83.50</b>	<b>3.00</b>	<b>0.75</b>	<b>1.55</b>	<b>49.44</b>	<b>13.51</b>	<b>27%</b>	
80	0.01	0.50	76.90	3.25	0.83	1.67	48.95	13.41	27%	
80	0.01	0.50	70.60	3.50	1.00	1.72	48.95	12.72	26%	

Pencatatan hasil pengukuran eksperimen pengujian performa pada penerapan debit 10 l/s pada *runner helix* 63° satu tingkat memperoleh hasil efisiensi tertinggi sebesar 27% pembebanan yang

diberikan secara bertahap memiliki respon menurun dengan tinggi muka air mulai 110mm dan hasil akhir pembebanan sebelum *runner* berhenti berputar berada pada tinggi muka air setinggi 80mm dengan pembebanan maksimal 3.5 kg.



Gambar 7. Kurva hubungan variasi debit dan penerapan 3D runner helix 63° satu tingkat terhadap Efisiensi

Dari pencatatan hasil eksperimen yang dilakukan, selanjutnya disusun kurva interpretasi tujuan yaitu hasil efisiensi, efisiensi tertinggi sesuai gambar 15 terdapat pada penerapan debit 9 l/s dengan efisiensi 37%.

3.2 Hasil eksperimen variasi debit dan penerapan 3D runner helix 63° dua tingkat

Tabel 7. Rincian Pencatatan Uji Performa Q = 7 liter/s - runner helix 63° susunan dua tingkat

Runner helix 63° Dua Tingkat		Debit: 7 l/s								
Tinggi dari atas (mm)	Q (m3/s)	H (m)	rpm	F1	F2	Nm	(Watt)	(Watt)	Efisiensi	
						T	Ph	P		
50	0.01	0.47	119.00	0.50	0.04	0.32	32.21	3.94	12%	
55	0.01	0.48	116.00	1.00	0.16	0.58	32.55	7.05	22%	
45	0.01	0.47	112.00	1.50	0.36	0.79	31.87	9.22	29%	
50	0.01	0.47	110.00	1.75	0.51	0.85	32.21	9.85	31%	
50	0.01	0.47	107.00	1.80	0.45	0.93	32.21	10.39	32%	
45	0.01	0.47	0.00	2.00	2.00	0.00	31.87	0.00	0%	

Pencatatan hasil pengukuran eksperimen pengujian performa pada penerapan debit 7 l/s pada runner helix 63° dua tingkat memperoleh hasil efisiensi tertinggi sebesar 32% pembebanan yang diberikan secara bertahap memiliki respon fluktuasi dengan tinggi muka air mulai 50mm dan hasil akhir pembebanan sebelum runner berhenti berputar berada pada tinggi muka air setinggi 50mm dengan pembebanan maksimal 1.8 kg.



**Tabel 8. Rincian Pencatatan Uji Performa Q = 8 liter/s - runner helix 63° dua tingkat**

Runner helix 63° Dua Tingkat		Debit 8 l/s							
Tinggi dari atas (mm)	Q (m <sup>3</sup> /s)	H (m)	rpm	F1	F2	Nm	(Watt)	(Watt)	
						T	Ph	P	Efisiensi
75	0.01	0.50	111.00	0.50	0.04	0.32	38.77	3.67	9%
80	0.01	0.50	110.00	1.00	0.18	0.57	39.16	6.53	17%
70	0.01	0.49	106.00	1.50	0.45	0.72	38.38	8.00	21%
65	0.01	0.49	105.00	2.00	0.66	0.92	37.99	10.12	27%
60	0.01	0.48	101.00	2.50	0.73	1.22	37.6	12.89	34%
60	0.01	0.48	96.00	2.75	0.94	1.25	37.6	12.53	33%
0	0.01	0.42	0.00	2.85	2.85	0.00	32.9	0.00	0%

Pencatatan hasil pengukuran eksperimen pengujian performa pada penerapan debit 8 l/s pada *runner helix* 63° dua tingkat memperoleh hasil efisiensi tertinggi sebesar 34% pembebanan yang diberikan secara bertahap memiliki respon fluktuasi dengan tinggi muka air mulai 75mm dan hasil akhir pembebanan sebelum *runner* berhenti berputar berada pada tinggi muka air setinggi 60mm dengan pembebanan maksimal 2.75 kg.

**Tabel 9. Rincian Pencatatan Uji Performa Q = 9 liter/s - runner helix 63° dua tingkat**

Runner helix 63° Dua Tingkat		Debit 9 l/s							
Tinggi dari atas (mm)	Q (m <sup>3</sup> /s)	H (m)	rpm	F1	F2	Nm	(Watt)	(Watt)	
						T	Ph	P	Efisiensi
95	0.01	0.52	100.00	0.50	0.05	0.31	45.38	3.24	7%
95	0.01	0.52	98.00	1.00	0.20	0.55	45.38	5.67	13%
95	0.01	0.52	95.00	1.50	0.33	0.80	45.38	7.99	18%
80	0.01	0.50	94.00	2.00	0.45	1.07	44.06	10.51	24%
80	0.01	0.50	92.00	2.50	0.76	1.20	44.06	11.54	26%
70	0.01	0.49	90.00	3.00	0.88	1.46	43.18	13.75	32%
80	0.01	0.50	67.00	3.35	0.99	1.62	44.06	11.39	26%
80	0.01	0.50	0.00	3.50	0.00	2.40	44.06	0.00	0%

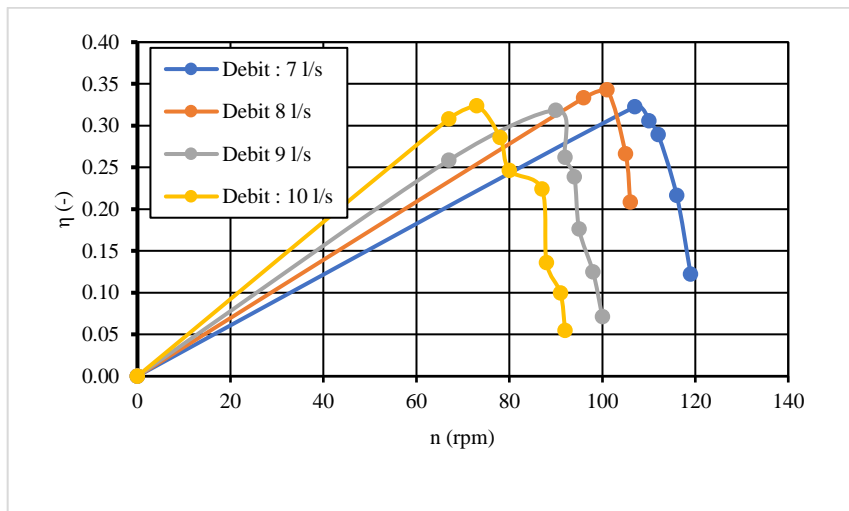
Pencatatan hasil pengukuran eksperimen pengujian performa pada penerapan debit 9 l/s pada *runner helix* 63° dua tingkat memperoleh hasil efisiensi tertinggi sebesar 32% pembebanan yang diberikan secara bertahap memiliki respon fluktuasi dengan tinggi muka air mulai 95mm dan hasil akhir pembebanan sebelum *runner* berhenti berputar berada pada tinggi muka air setinggi 80mm dengan pembebanan maksimal 3.35 kg.

**Tabel 10. Rincian Pencatatan Uji Performa Q = 10 liter/s – runner helix 63° dua tingkat**

Runner helix 63° Dua Tingkat		Debit: 10 l/s							
Tinggi dari atas (mm)	Q (m <sup>3</sup> /s)	H (m)	rpm	F1	F2	Nm	(Watt)	(Watt)	
						T	Ph	P	Efisiensi
110	0.01	0.53	92.00	0.50	0.07	0.30	51.89	2.84	5%
100	0.01	0.52	91.00	1.00	0.23	0.53	50.91	5.07	10%

100	0.01	0.52	88.00	1.50	0.41	0.75	50.91	6.93	14%
95	0.01	0.52	87.00	2.00	0.53	1.01	50.42	9.23	18%
90	0.01	0.51	80.00	2.50	0.74	1.21	49.93	10.15	20%
90	0.01	0.51	78.00	3.00	0.90	1.44	49.93	11.78	24%
85	0.01	0.51	73.00	3.50	0.96	1.74	49.44	13.33	27%
90	0.01	0.51	67.00	3.75	1.12	1.81	49.93	12.70	25%
90	0.01	0.51	0.00	4.00	4.00	0.00	49.93	0.00	0%

Pencatatan hasil pengukuran eksperimen pengujian performa pada penerapan debit 10 l/s pada runner helix 63° dua tingkat memperoleh hasil efisiensi tertinggi sebesar 27% pembebanan yang diberikan secara bertahap memiliki respon fluktuasi dengan tinggi muka air mulai 110mm dan hasil akhir pembebanan sebelum runner berhenti berputar berada pada tinggi muka air setinggi 90mm dengan pembebanan maksimal 3.75 kg.



Gambar 8. Kurva hubungan variasi debit variasi debit dan penerapan 3D runner helix 63° dua tingkat terhadap Efisiensi

Dari pencatatan hasil eksperimen yang dilakukan, selanjutnya disusun kurva interpretasi tujuan yaitu hasil efisiensi, efisiensi tertinggi sesuai gambar 8 terdapat pada penerapan debit 8 l/s dengan efisiensi 34%.

#### 4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari kegiatan studi pengaruh debit dan jumlah tingkat runner terhadap efisiensi turbin vorteks PLTPH dengan eksperimen variasi debit 7 s.d 10 l/s pada penerapan 3D runner helix 63° satu tingkat dan dua tingkat. Selain variasi debit, peneliti juga memberikan pembeban secara bertahap hingga putaran runner tidak mampu berputar. Berdasarkan pencatatan hasil eksperimen yang dilakukan pada penerapan 3D runner helix 63° satu tingkat, diperoleh bahwa efisiensi tertinggi terjadi debit 9 l/s dengan efisiensi 37%, sedangkan eksperimen penerapan 3D runner helix 63° dua tingkat efisiensi tertinggi terjadi pada penerapan debit 8 l/s dengan efisiensi 34%. 3D runner helix 63° satu tingkat memperoleh hasil lebih unggul selisih 3% dibandingkan runner helix 63° dua tingkat. Perlakuan penambahan debit tidak selalu meningkatkan hasil efisiensi, perlu pengamatan lebih rinci untuk dapat mengetahui efisiensi turbin vorteks pembangkit listrik tenaga pikohidro. Saran untuk penelitian selanjutnya untuk dapat dilakukan evaluasi terhadap komponen sistem baik komponen mekanik, elektrikal dan instrumen pengukuran kembali untuk memperoleh operasi

kerja yang optimal dan terukur. Sehingga saat ajuan fokus komponen kontrol dan *power* elektronik tahun 2024 dapat terintegrasi dengan baik.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada P3M Politeknik Negeri Bandung telah mengalokasikan alokasi untuk penelitian terapan. Adapun nomor kontrak penelitian B/92.8/PL1.R7/PG.00.03/2023 Tanggal 27 Maret 2023, Tim peneliti baik dari unsur dosen maupun mahasiswa yang telah mendukung realisasi penelitian ini dan Reviewer yang telah menelaah luaran hasil penelitian kami.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. P. J. Barat, "Provinsi Jawa Barat Dalam Angka 2023," Bandung, 2023. [Online]. Available: <https://jabar.bps.go.id/publication/2023/02/28/57231a828abbfdd50a21fe31/provinsi-jawa-barat-dalam-angka-2023.html>
- [2] E. D. Darmawan, "4.000 Rumah di Majalengka Belum Teraliri Listrik Mandiri," *detikJabar*, 2023. <https://www.detik.com/jabar/berita/d-6733747/4000-rumah-di-majalengka-belum-teraliri-listrik-mandiri> (accessed Aug. 01, 2023).
- [3] D. Setiawan, Y. A. Rahman, H. M. Ardi, J. Jakariya, D. Kurnia, and A. Nugraha, "Pelatihan perencanaan pembangkit listrik tenaga mikrohidro pada program Innovation and Investment for Inclusive Sustainable Economic Development," *KACANEGARA J. Pengabd. pada Masy.*, vol. 6, no. 2, pp. 243–252, 2023, doi: 10.28989/kacanegara.v6i2.1515.
- [4] Badan Standardisasi Nasional, *Klasifikasi Pembangkit Listrik Tenaga Air*. Indonesia, 2019, p. 11. [Online]. Available: <http://sispk.bsn.go.id/SNI/DetailSNI/12551>
- [5] D. Setiawan, L. Ode, and M. F. Sorimuda, "Perancangan dan Optimasi Desain Turbin Francis Pada Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro di Bendungan Jatibarang Kota Semarang .," *Teknobiz J. Ilm. Progr. Stud. Magister Tek. Mesin*, vol. 9, no. 3, pp. 20–28, 2019, doi: <https://doi.org/10.35814/teknobiz.v9i3.1152>.
- [6] IESR, "Indonesia Energy Transition Outlook 2023: Tracking Progress of Energy Transition in Indonesia: Pursuing Energy Security in the Time of Transition," p. Please cite this report as: IESR (2022). Indonesia, 2023, [Online]. Available: [www.irena.org](http://www.irena.org)
- [7] B. H. B. R. Nasional, "PLT Piko Hidro Tingkatkan Ketersediaan Energi Listrik untuk Daerah Tertinggal," *Bandung-Humas Badan Riset Nasional*, 2023. <https://www.brin.go.id/news/111325/plt-piko-hidro-tingkatkan-ketersediaan-energi-listrik-untuk-daerah-tertinggal>
- [8] B. S. N. Indonesia, *Spesifikasi teknis pembangkit listrik tenaga pikohidro*, vol. 1, no. November. Indonesia: Badan Standardisasi Nasional, 2018, p. 15. [Online]. Available: <https://drive.esdm.go.id/wl/?id=rdJ65Pu3T11p3e4B0sJJPrImMwcYp2P5>
- [9] Politeknik Negeri Bandung, *Rencana Induk Penelitian Politeknik Negeri Bandung 2021-2025*. Indonesia, 2021, p. 63. [Online]. Available: [https://sippm.polban.ac.id/file\\_downloads/Rencana\\_Induk\\_Penelitian\\_\(RIP\)\\_Polban\\_Tahun\\_2021\\_-\\_2025\\_29c33305-5944-4829-b5a8-20b7ccd3520c.pdf](https://sippm.polban.ac.id/file_downloads/Rencana_Induk_Penelitian_(RIP)_Polban_Tahun_2021_-_2025_29c33305-5944-4829-b5a8-20b7ccd3520c.pdf)
- [10] Haryadi, A. M. Subarjah, and Sugianto, "Experimental study on 3D vortex gravitational turbine runner," *AIP Conf. Proc.*, vol. 2296, no. January 2021, 2020, doi: 10.1063/5.0030545.
- [11] S. Dhakal *et al.*, "Comparison of cylindrical and conical basins with optimum position of runner: Gravitational water vortex power plant," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 48, pp. 662–669, 2015, doi: 10.1016/j.rser.2015.04.030.
- [12] T. R. Bajracharya *et al.*, "Effects of Geometrical Parameters in Gravitational Water Vortex Turbines with Conical Basin," *J. Renew. Energy*, vol. 2020, no. Figure 1, pp. 1–16, 2020, doi: 10.1155/2020/5373784.

- [13] N. Maika, W. Lin, and M. Khatamifar, "A Review of Gravitational Water Vortex Hydro Turbine Systems for Hydropower Generation," *Energies*, vol. 16, no. 14, 2023, doi: 10.3390/en16145394.
- [14] M.-S. Kim, D. S. Edirisinghe, H.-S. Yang, S. D. G. S. P. Gunawardane, and Y.-H. Lee, "Effects of blade number and draft tube in gravitational water vortex power plant determined using computational fluid dynamics simulations," *J. Adv. Mar. Eng. Technol.*, vol. 45, no. 5, pp. 252–262, 2021, doi: 10.5916/jamet.2021.45.5.252.
- [15] D. S. Haryadi, Ali Mahmudi, Sugianto, "Studi Pengaruh Debit dan Jenis Runner Terhadap Efisiensi Turbin Vorteks PLTPH," *J. Permadi Perancangan, Manufaktur, Mater. Dan Energi*, vol. 5, no. 2, pp. 66–77, 2023, doi: doi.org/10.52005/permadi.v5i2.121.
- [16] A. Faraji, Y. A. C. Jande, and T. Kivevele, "Performance analysis of a runner for gravitational water vortex power plant," *Energy Sci. Eng.*, vol. 10, no. 4, pp. 1055–1066, 2022, doi: 10.1002/ese3.1085.
- [17] Warjito, A. A. Ramadhan, Budiarmo, R. Irwansyah, and M. A. F. Kurnianto, "Performance Comparison of Straight, Curved, and Tilted Blades of Pico Scaled Vortex Turbine," *CFD Lett.*, vol. 15, no. 2, pp. 114–125, 2023, doi: 10.37934/cfdl.15.2.114125.
- [18] B. S. Nasional, *Panduan komisioning pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH) kapasitas hingga 100 kW*. Indonesia: www.bsn.go.id, 2015. [Online]. Available: www.bsn.go.id