
Pelatihan Perencanaan dan Pengujian Performa Turbin *Crossflow Offgrid* pada Pelatihan Perencanaan PLTMH Program *ISED* di Laboratorium *Hidro Hycom*

Dibyو Setiawan^{1*}, Yuli Asmi Rahman², Jakariya³, Farrah Vauzia⁴, Dadang Kurnia⁵,
Ardi Nugraha⁶.

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung
Jl. Gegerkalong Hilir, Kec. Parongpong, Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat, Indonesia.
1*dibyو.setiawan@polban.ac.id

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Tadulako
Jl. Soekarno-Hatta Km. 09, Mantikulore, Palu, Sulawesi Tengah, Indonesia.
2asmi_yuli81@yahoo.co.id

Jurusan Teknik Konversi Energi, Politeknik Negeri Bandung
Jl. Gegerkalong Hilir, Kec. Parongpong, Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat, Indonesia.
3jakariya@polban.ac.id

Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung
Jl. Gegerkalong Hilir, Kec. Parongpong, Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat, Indonesia.
4farrah.vauzia@polban.ac.id

TVET to Promote Quality Employment in Renewable Energy Sector,
Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
Jl. M.H. Thamrin No.1, RT.1/RW.5, Kec. Menteng, Kota Jakarta Pusat, DKI Jakarta, Indonesia.
5dadang.kurnia@giz.de

The Hydro Empowerment Network, PT. Entec Indonesia
Jl. Cisatu II No.10 A, Ciumbuleuit, Kec. Cidadap, Kota Bandung, Jawa Barat, Indonesia.
6ardi.nugraha@entec.co.id

Abstrak

Implementasi program *ISED* mendukung pasar kerja inklusif dan berkelanjutan, mempromosikan lapangan kerja hijau sektor energi terbarukan. Pelatihan perencanaan PLTMH Program *ISED*, penyelenggara kegiatan *Bappenas*, *GIZ* dan PT. Entec Indonesia pada 19-23 Desember 2022 di laboratorium hidro *HYCOM* BBPVMVP BMTI. Hari kedua dilakukan pengujian performa simulator turbin untuk mengetahui daya dan efisiensi. Metode pengujian performa diterapkan pada simulator turbin *crossflow offgrid*. Bukaan katup (*guide vanes*) dibuka mulai dari 10^0 - 50^0 . Daya turbin $\alpha 50^0$ 11.049 kW dan efisiensi 63%. Kurva *hillchart* terdapat penyimpangan, dimana nilai *unit flow* Q_{11} sebesar $1,35 \text{ m}^3/\text{s}$ namun nilai *unit flow* Q_{11} sebesar $0,92 \text{ m}^3/\text{s}$. Penyimpangan disebabkan kurangnya volume air pada kolam. Saran untuk penyelenggara agar dapat memperhatikan kesiapan alat, sehingga hasil yang diperoleh dapat mendekati literatur.

Kata Kunci: Performa, turbin, crossflow, daya, efisiensi.

Abstract

Implementation of the *ISED* program supports an inclusive and sustainable job market, promotes green jobs in the renewable energy sector. *ISED* program PLTMH planning training, activity organizers *Bappenas*, *GIZ*, and PT. Entec Indonesia on 19-23 December 2022 at the *HYCOM* BBPVMVP BMTI hydro laboratory. On the second day, turbine simulator performance

testing was carried out to determine power and efficiency. The performance testing method is applied to an off-grid crossflow turbine simulator. Valve openings (guide vanes) are opened from 100-500. The α 50° turbine power is 11,049 kW and the efficiency is 63%. The hillchart curve has deviations, where the Q11 unit flow value is 1.35 m³/s but the Q11 unit flow value is 0.92 m³/s. Irregularities caused by a lack of water volume in the pool. Suggestions for organizers to pay attention to the readiness of the equipment so that the results obtained can be close to the literature.

Keyword: Performance, turbine, crossflow, power, efficiency.

I. PENDAHULUAN

Pemerintah Republik Indonesia dan Federasi Jerman sudah bekerjasama sejak tanggal 9 April 1984, perwakilan pelaksana mandat dari kedua perwakilan Pemerintah Republik Indonesia melalui Badan Perencanaan Pembangunan Nasional dan untuk federasi Jerman diberikan kepada GIZ. Berdasarkan Peraturan Presiden Nomor 20 Tahun 2016 telah diatur bahwa Badan Perencanaan Pembangunan Nasional sebagai penanggungjawab program dengan fungsi koordinasi dan formulasi kebijakan pembangunan nasional melalui berbagai skema pendanaan, termasuk kebijakan pembangunan lintas sektoral. Implementasi program *Innovation and Investment for Inclusive Sustainable Economic Development (ISED)* dibawah koordinasi Direktorat Industri, Pariwisata dan Ekonomi di bawah Deputi Bidang Ekonomi, Badan Perencanaan Pembangunan Nasional. GIZ dan Badan Perencanaan Pembangunan Nasional berkomitmen memenuhi tujuan program dalam rangka memperkuat kapasitas pihak swasta dan publik dalam mendukung dan meningkatkan pasar kerja yang inklusif dan berkelanjutan. Realisasi program tersebut memiliki harapan untuk dapat berdampak melahirkan kesempatan ekonomi kelompok target program (Ministry of

National Development Planning of the Republic of Indonesia, 2017).

Ruang lingkup dari kegiatan *Innovation and Investment for Inclusive Sustainable Economic Development (ISED)* cukup luas memberikan peluang bangsa Indonesia melaksanakan reformasi *TVET*, Melakukan penguatan distribusi pasar tenaga kerja tingkat regional dan sektoral, perluasan implementasi model bisnis yang inklusif berkelanjutan sektor swasta di sektor dan wilayah yang menjadi sasaran pengembangan jasa layanan bisnis dan dapat menambah peningkatan kerjasama Pemerintah dengan swasta yang relevan dalam implementasi model usaha yang inklusif dan berkelanjutan termasuk peningkatan kapasitas sumber daya manusia.

Transisi energi Fosil ke energi terbarukan harus dipertimbangkan kesiapan teknologi dan sumber daya manusia dalam rangka memenuhi kebutuhan energi (PPSDM KEBTK, 2022). Tingkat konsumsi energi di Indonesia dengan pertumbuhan yang cepat, didorong oleh tumbuhnya ekonomi dan populasi, serta urbanisasi yang cepat. Energi listrik menjadi kebutuhan primer dan tumbuh dengan cepat dan akan terus demikian. Permintaan aktivasi listrik menjadi tiga kali lipat pada tahun 2030. Pemerintah

Indonesia menetapkan sasaran dengan dasar regulasi hukum untuk energi terbarukan, menetapkan bahwa 23% dari jumlah pasokan energi primer Negara diwajibkan diperoleh sumber energi terbarukan. Nilai 31 persen pada tahun 2050 menjadi tujuan akhir. Capaian proyeksi sasaran energi terbarukan dengan mempersiapkan kesiapan kompetensi sumber daya manusia, dalam rangka kontribusi industri. Peningkatan kapasitas yang sistematis dari sumber daya manusia yang berkualitas, perlu waktu dan harus dimulai sejak dini. Sangat penting untuk memastikan sumber daya manusia yang dibutuhkan untuk mencapai target energi terbarukan yang terorganisir. Pemerintah Indonesia dan Federasi Jerman berkomitmen melaksanakan tantangan ini (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, 2021).

Indonesia sedang mempersiapkan kompetensi sumber daya manusia untuk beradaptasi langsung dilingkungan kerja dan menghadapi tantangan yang muncul dengan kondisi percepatan di sektor energi terbarukan. Program *ISED* merupakan program yang dilaksanakan atas komitmen dan perjanjian bilateral kedua Negara antara Pemerintah Indonesia dan Federasi Jerman. Program *ISED* yang memiliki sejumlah anggaran hibah dengan nilai pagu anggaran terencana yang salah satunya dapat dimanfaatkan atau di realisasi dalam bentuk kegiatan pelatihan perencanaan PLTMH untuk masyarakat, dimana kualifikasi yang memenuhi antara lain

kepala Pemerintahan Daerah Provinsi, Kabupaten/Kota, akademisi, pencari kerja, pelaku usaha energi baru terbarukan.

Pelaksanaan program pelatihan perencanaan PLTMH diselenggarakan oleh Badan Perencanaan Pembangunan Nasional dan *GIZ* dibantu oleh mitra pelatihan yaitu PT. Entec Indonesia sebagai pelaksana penyelenggaraan kegiatan, kegiatan yang diselenggarakan tanggal 19 sampai dengan 23 Desember 2022 di laboratorium hidro *HYCOM* Departemen Teknik Energi Terbarukan, BBPVMPV BMTI, Provinsi Jawa Barat. Tujuan dan manfaat program ini tidak lain mempromosikan lapangan kerja hijau pada energi sektoral, khususnya bidang energi baru terbarukan, dengan keterlibatan yang kuat dan terkoordinasi dari sektor swasta dan publik kepada peserta pelatihan. Pelatihan sebelumnya telah direformasi berorientasi pasar tenaga kerja baru yang inovatif diperkenalkan, dan juga memfasilitasi peningkatan kerangka kelembagaan dan peraturan untuk memastikan promosi lapangan kerja hijau dalam jangka panjang.

Pelaksanaan kegiatan pelatihan perencanaan PLTMH (Panduan Studi Kelayakan Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro (PLTM), 2020) hari kedua adalah tanggal 20 Desember 2022 di ruang kelas dan laboratorium hidro *Hycom* dengan agenda penyampaian materi hidrologi, pengukuran debit, *head*, perencanaan bangunan air dan praktikum pengujian performa unit simulator turbin (Panduan Komisioning Pembangkit Listrik Tenaga

Mikrohidro (PLTMH), 2020). Pada penyampaian materi hidrologi disampaikan oleh partner dari pemateri pertama dari PT. Entec Indonesia. Materi disampaikan secara komprehensif tentang analisis hidrologi untuk menyusun kebutuhan perencanaan PLTMH. Materi berikutnya disampaikan terkait metode pengukuran debit secara langsung. Adapun metode yang tersedia diantaranya metode apung dengan pelampung, metode *volumetric* menggunakan wadah tampungan, metode *salt dilution* menggunakan media garam dan metode *velocity* dan metode kontinu menggunakan *current meter*. Pada materi head disampaikan bahwa jarak ukur yang digunakan pada penggunaan turbin aksial head diukur dari tinggi muka air pada bak penenang hingga axis turbin, sedangkan untuk penggunaan turbin reaksi di ukur mulai dari tinggi muka air bak penenang hingga ke elevasi akhir *draft tube*. Pada materi perencanaan bangunan air disampaikan macam-macam bangunan air yang ada pada pada sistem PLTMH mulai dari, bendung atau bendungan, intake saluran pembawa, saluran pelimpah, bak penenang, bak penguras sedimen, pintu air, dan *trash rack* (Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Kelas D – Bagian 1: Komponen Sipil, 2020).

Selanjutnya peserta diberikan tugas proyek dibagi dalam bentuk kelompok yang terdiri dari 2 (dua) kelompok untuk melaksanakan praktikum pengujian performa unit simulator turbin. Pengujian performa di gunakan 2 (dua) unit simulator

turbin, antara lain turbin unit simulator turbin *cross flow* dan unit simulator turbin *pelton*. Masing-masing kelompok didampingi instruktur dan teknisi dalam proses praktikum pengujian performa sesuai formulir yang diberikan.

Tujuan dengan diberikannya tugas proyek ini bertujuan meningkatkan kapasitas peserta pelatihan terkait analisis performa dari unit simulator turbin khususnya luaran daya dan efisiensi unit turbin. (Klasifikasi Pembangkit Listrik Tenaga Air, 2019).

II. METODE

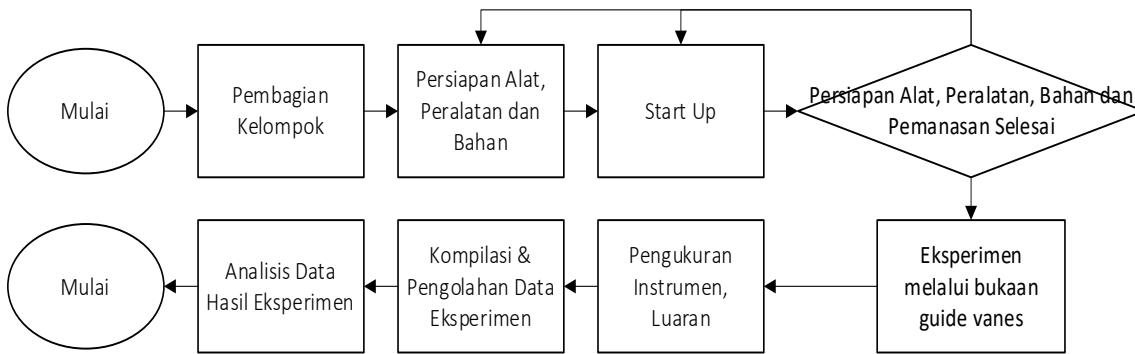
Metode yang diterapkan menggunakan pendekatan teknis pelatihan (Artika & Suasri, 2022) pengujian mesin konversi energi yang bermanfaat bagi pengembangan kapasitas Masyarakat (Arifin et al., 2021).

Total peserta sekitar 20 orang di bagi 2 kelompok, kelompok pertama bereksperimen (Panduan Komisioning Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH), 2020) menguji performa simulator turbin *crossflow off grid* dan kelompok kedua bereksperimen menguji performa simulator turbin *pelton offgrid*. Berikut merupakan spesifikasi (Spesifikasi Turbin Cross-Flow PLTMH Kelas A, 2019) unit simulator turbin *crossflow*:



Gambar 1. Simulator turbin *crossflow offgrid*

Unit simulator tersebut berasal dari hibah Politeknik dari Negara Belgia yang diberikan ke Pemerintah Indonesia untuk dapat melaksanakan praktikum pengujian performa, dalam pengirimannya menurut informasi yang diperoleh saat pelaksanaan pelatihan bahwa untuk membawa peralatan tersebut dilakukan pengiriman melalui pengiriman udara dan laut. Adapun kegiatan yang dimaksud adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Tahapan Kegiatan

Setiap kelompok di dampingi teknisi dan instruktur yang memandu proses eksperimen pengujian performa. Pada penulisan ini fokus kepada penugasan eksperimen pengujian performa simulator turbin *crossflow offgrid*.

Setiap peserta memiliki tugas yang beragam mulai menjadi ketua tim, pengatur bukaan katup (*guide vanes*), pengatur putaran pompa, mengukur putaran turbin, pencatat indikator instrumen baik yang ada pada alat ukur maupun pada panel yang tersedia dan input data hasil eksperimen. Semua fokus

dan bekerja sama untuk memperoleh pengalaman melakukan pengujian performa pada simulator turbin *crossflow offgrid*.

Metode yang digunakan pada kegiatan adalah dengan eksperimen pengujian performa pada simulator turbin *crossflow offgrid* di laboratorium hidro *HYCOM BPPVMPV BMTI* (Supriyono, 2022), dimana diterapkan pada bukaan katup (*guide vanes*) air masuk ke *runner*. Bukaan katup (*guide vanes*) terbuka membentuk sudut miring yang di sebut sudut α , sudut α di buka secara bertahap per 10^0 mulai dari

10⁰-50⁰. Setiap bukaan wajib menjaga nilai frekwensi dan tekanan yang ada pada indicator frekwensi dan *pressure gauge*, nilai yang dipertahankan pada setiap bukaan adalah 50 Hertz untuk indikator frekwensi dan 1.05 Bar pada indikator *pressure gauge*.

Instrumen yang digunakan dalam pengambilan data menggunakan beberapa alat yang terpasang seperti (1) unit turbin berupa *pressure gauge*; (2) panel daya berupa voltase amper; (3) panel pompa *rpm* putaran pompa dan tambahannya (4) *portaflow* untuk mengukur debit menggunakan; (5) sensor non kontak *tachometer* untuk mengukur putaran turbin; (6) Panel indikator ketinggian air untuk monitoring level air (*head*) Seluruh indikator diamati dan dicatat pada *logbook* dan selanjutnya dimasukkan pada tabel formula lanjutan, untuk memperoleh daya dan efisiensi turbin.

Berikut formula yang di terapkan dalam pengujian performa turbin crossflow offgrid:

Unit Speed : $n_{11} = 38 \text{ rpm}$

Unit flow : $p_{11} = 0,8 \text{ m}^3/\text{s}$

Lebar runner :

$$B_{t^*} = \frac{Q_t}{D_{t^*} \cdot \sqrt{H_{t^*}} \cdot q_{11}}$$

Dimana:

B_{t^*} = Lebar turbin (m);

Q_t = Debit (m³/s);

D_{t^*} = Diameter (m);

H_{t^*} = Tinggi jatuh (m);

q_{11} = Kecepatan spesifik (rpm).

Kecepatan :

$$n_t = \frac{H_{t^*}}{D_{t^*}} \cdot n_{11}$$

Run-way speed:

$$n_{tr} = 1,8 \times n_t$$

Power output :

$$P_t = \rho \times g \times H_t \times Q_t \times \eta_t$$

$$= 9,81 \times H_t \times Q_t \times \eta_t \text{ (kW)}$$

Dimana

P_t = Daya

ρ = Masa jenis air;

g = gravitasi (m²/s);

H_t = Tinggi Jatuh (m);

Q_t = Debit (m);

η_t = Efisiensi turbin (m).

Tabel 1.

Spesifikasi teknis simulator turbin *crossflow offgrid*

Notasi	Nilai	Satuan	Notasi	Nilai	Satuan
H	5.8	m	D_i	235	mm
Q	80	l/s	D_e	200	mm
P	3600	watt	η	89	%
V	390	rpm			

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Eksperimen pengujian performa simulator turbin *crossflow offgrid* pada pelatihan perencanaan pembangkit listrik tenaga mikrohidro dilaksanakan oleh 10 peserta dengan tugas sebagai berikut:



Gambar 2. Peserta pelatihan



Gambar 5. Inidkator Instrumen tekanan



Gambar 3. Kelompok 1 Pengujian Performa turbin

- 1) Petugas pengatur bukaan katup (*guide vanes*) bertugas membuka setiap parameter bukaan katup (*guide vanes*) mulai dari 10^0 s.d 50^0 ;



Gambar 4. Tuas *guide vanes* (α^0)

- 2) Petugas pengatur putaran pompa bertugas mengatur putaran pompa untuk memperoleh tekanan konstan sebesar 1.05 Bar di setiap bukaan katup (*guide vanes*);

- 3) Petugas pengukuran putaran turbin bertugas mengukur *rpm* putaran turbin setiap kondisi bukaan katup (*guide vanes*) sudut α yang telah diterapkan, alat ukur menggunakan *tachometer* non kontak;



Gambar 6. Sensor non kontak *tachometer*

- 4) Petugas pengamatan indikator instrumen debit aliran air yang masuk ke turbin bertugas mengamati nilai debit aliran baik pada *portaflow* maupun indikator yang tersedia pada *panel*, nilai yang terekam selanjutnya dilaporkan pada petugas pencatat *logbook*;



Gambar 7. Portaflow dan indikator *waterlevel head*

- 5) Petugas pengamatan indikator instrumen voltase dan amper bertugas mengamati nilai *output* luaran voltase dan amper setiap kondisi bukaan (*guide vanes*) sudut α , selanjutnya hasil pengamatan dilaporkan kepada petugas pencatat *logbook*.



Gambar 8. Indikator voltase dan amper

- 6) Petugas pencatat *logbook* dan input data bertugas mencatat nilai keseluruhan indikator instrument setiap kondisi bukaan katup (*guide vanes*) sudut α , mencatat laporan setiap petugas dan memasukan data hasil pengujian kedalam tabel formula lanjutan untuk diolah lebih lanjut, dalam rangka memperoleh nilai daya dan efisiensi turbin.



Gambar 9. Pencatatan hasil pengukuran dan konsolidasi data

Hasil konsolidasi data diperoleh nilai dalam tabel berikut:

Tabel 2
Hasil pengambilan data ukur setiap kondisi bukaan

No	Position Alfa (o)	rot. Speed nt rpm	Frequency fg Hz	Pressure PH bar	weir hw m	Ultrason Qu l/s	el. Output av. Voltage Va V	Current 1 Am1 A	Current 2 Am2 A	Current 3 Am3 A
1	10	341.90	50.00	1.05	0.08	29.00	229.00	4.60	4.30	4.87
2	20	392.20	50.00	1.05	0.13	60.00	229.00	9.00	9.50	9.80
3	30	395.50	50.00	1.05	0.17	95.50	230.00	14.03	14.05	14.62
4	40	397.50	50.00	1.05	0.20	127.00	230.00	14.50	15.60	15.27
5	50	399.50	50.00	1.05	0.23	158.50	230.00	14.97	17.15	15.92

Data yang telah diperoleh dari eksperimen pengujian selanjutnya di masukan dan diolah lebih lanjut untuk memperoleh daya dan efisiensi turbin.



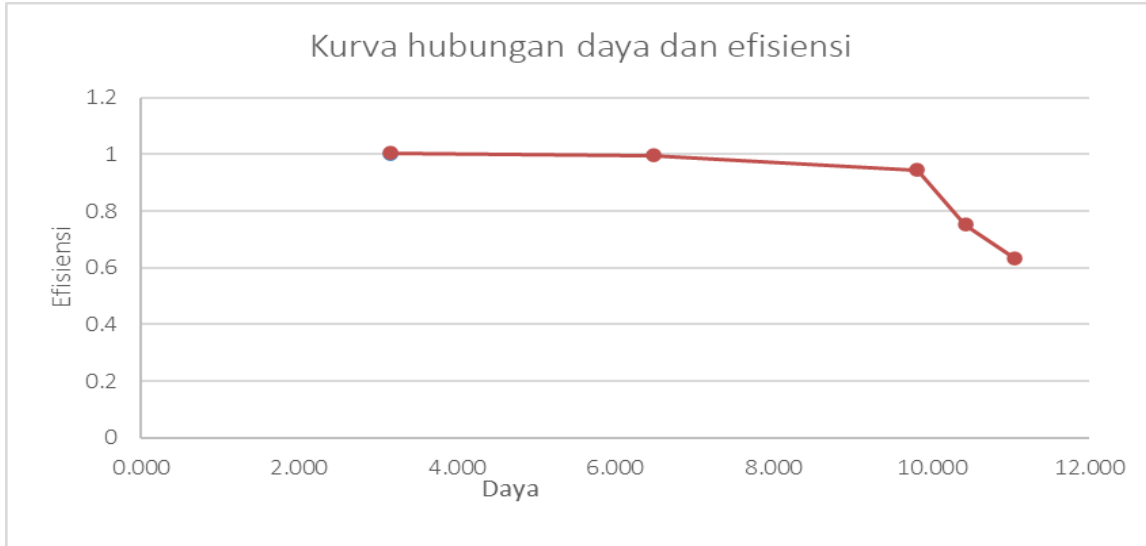
Gambar 10. Penginputan data dan olah data lanjutan

Berikut hasil olah data lanjutan yang dimaksud:

Tabel 3
Hasil pengolahan data lanjutan

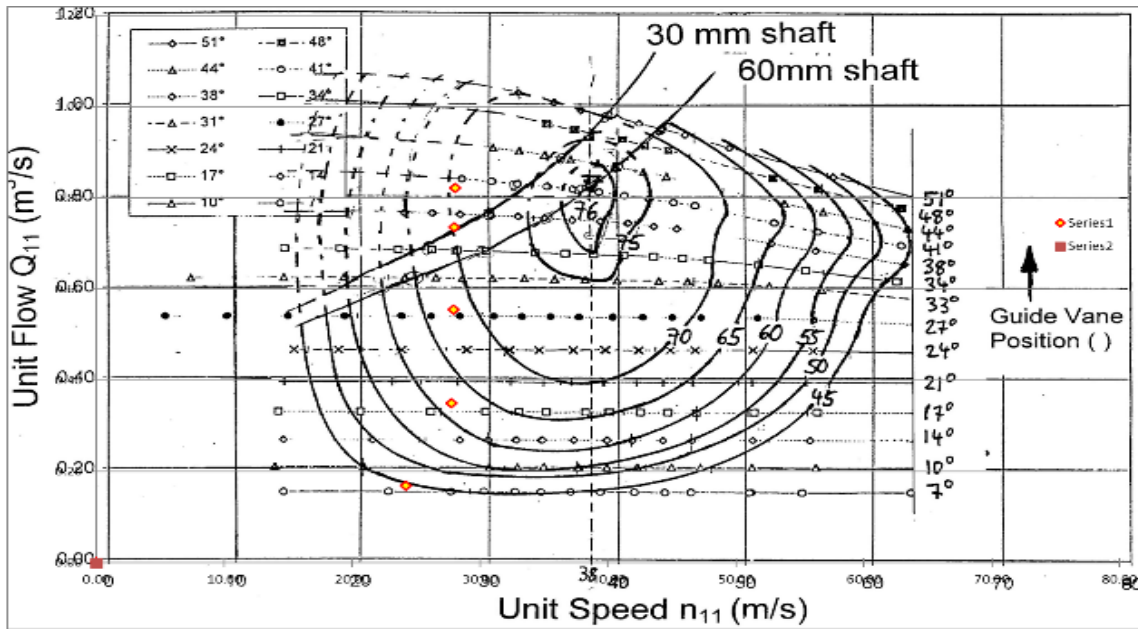
output Pel kW	Position flow Qt m ³ /s	Head correction H_bernoulli m	head Ht m	etatot %	etag %	etat %	n11 rpm	Q11 m ³ /s
3.153	0.029	0.326	11.036	100%	75%	134%	24.19	0.17
6.481	0.060	0.347	11.057	100%	75%	133%	27.72	0.35
9.821	0.096	0.387	11.097	94%	75%	126%	27.90	0.55
10.435	0.127	0.439	11.149	75%	75%	100%	27.98	0.74
11.049	0.159	0.505	11.215	63%	75%	84%	28.03	0.92

Berdasarkan hasil pengambilan data tersebut sesuai tabel 2 dan tabel 3 dapat diketahui bahwa daya berbanding terbalik dengan efisiensi. Dimana pada bukaan 50° untuk daya diperoleh 11.049 kW efisiensi 63%. Hasil pengolahan data lanjutan diperoleh kurva hubungan daya dengan efisiensi sebagai berikut:



Gambar 11. Kurva hubungan daya dengan efisiensi

Selanjutnya dari data olahan lanjutan dapat diperoleh kurva *hillchart* sesuai input dan pengolahan sebagai berikut:



Gambar 12. Kurva *hillchart*

Dari hasil kurva *hillchart* yang diperoleh hasil dengan penyimpangan seharusnya pada saat bukaan katup (*guide vanes*) di 50° nilai *unit flow* Q_{11} 1,35 m³/s namun hasil yang diperoleh untuk nilai *unit flow* Q_{11} 0,92 m³/s. dari hasil penyimpangan tersebut diketahui bahwa volume air yang dalam kolam memiliki volume yang kurang dari seharusnya disediakan. Hal ini diperkuat dari penguatan pernyataan yang disampaikan instruktur bahwa benar volume yang tersedia belum memadai, perlu penambahan volume air dalam kolam.

IV. KESIMPULAN

Hasil kegiatan membuat seuruh peserta mampu mengukur putaran, debit dan membaca instrument ukur kelistrikan, mampu membuat melakukan eksperimen dengan variasi bukaan *guide vanes*, mengetahui letak pengukuran. Hubungannya dengan parameter yang divariasikan adalah semakin besar bukaan katup *guide vanes*, semakin besar putaran yang dihasilkan.

Rangkaian kegiatan pengujian performa simulator turbin *crossflow offgrid* yang telah dilaksanakan pada hari ke dua Selasa 20 Desember 2022 pada pelatihan perencanaan pembangkit listrik tenaga mikrohidro program *ISED* sudah dilaksanakan sebanyak 20 peserta di bagi dua kelompok, kelompok pertama sebanyak 10 (sepuluh) peserta melaksanakan pengujian performa simulator turbin *crossflow offgrid* dan

kelompok kedua sebanyak 10 (sepuluh) peserta melaksanakan pengujian performa simulator turbin *pelton offgrid*. Kelompok pertama telah melaksanakan pengujian performa dengan hasil daya turbin pada bukaan katup (*guide vanes*) 50° sebesar 11.049 kW dengan efisiensi sebesar 63%. Kurva *hillchart* menunjukkan penyimpangan dimana bukaan katup (*guide vanes*) di 50° nilai *unit flow* Q_{11} sebesar 1,35 m³/s namun nilai *unit flow* Q_{11} sebesar 0,92 m³/s. Penyimpangan tersebut dipengaruhi kurangnya volume air pada kolam. Saran untuk penyelenggara agar mempersiapkan kesiapan penggunaan alat sehingga hasil yang diperoleh, memperoleh hasil yang mendekati literatur.

Informasi apa yang dapat disampaikan dalam kegiatan ini adalah sebagai berikut: Memastikan debit yang tersedia mencukupi, , alat yang digunakan memiliki performa yang baik, posisi atau letak pengukuran dari masing-masing instrumen pengukuran. Pelatihan ini bermanfaat bagi operator dan peneliti di bidang energy baru terbarukan yang merupakan salah satu komponen peta jalan yang ada di Jurusan Teknik Mesin.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Penyelenggaran Pelatihan Perencanaan PLTMH pada program *ISED* (Badan Perencanaan Pembangunan Nasional dan *GIZ*) dan PT. Entec Indonesia serta BBPPMPV BMTI. Acara yang

diselenggarakan sangat bermanfaat bagi kami peserta pelatihan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, M., Khorul Anam, A., Widiastuti, A., Mahaputra, W., Jepara Jl Taman Siswa, U., Tengah, J., & PLN Tanjung Jati PT PLN Pembangkitan Tanjung Jati B Desa Tubanan Kecamatan Kembang Kabupaten Jepara, unisnuacid B. (2021). Strategi Program Pemberdayaan Kelompok Difabel Adaptif Kondisi Pandemi Melalui Program CSR PT PLN (Persero) Unit Induk Tanjung Jati B. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat MEDITEG*, 89(2). <https://doi.org/doi.org/10.34128/mediteg.v6i2.103>
- Artika, K. D., & Suasri, E. (2022). Penerapan Teknologi Tepat Guna Pengolahan Biodiesel Pada Kelompok Usaha Benua Bersama Energy–Kabupaten Tanah Laut. *Jurnal Pengabdian Kepada ...*, 7(1), 9–16. <https://doi.org/doi.org/10.34128/mediteg.v7i1.110>
- Klasifikasi pembangkit listrik tenaga air, Pub. L. No. SNI 8396:2019, Indonesia, Badan Standardisasi Nasional 11 (2019). <https://ebtke.esdm.go.id/post/2020/12/28/2750/standar.nasional.indonesia.sni.pembangkit.ebt?lang=en>
- Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. (2021). *Promoting green employment in the renewable energy sector*. Web Page. <https://www.giz.de/en/worldwide/72542.html>
- Spesifikasi turbin cross-flow PLTMH kelas A, Pub. L. No. SNI 7932:2019, 26 (2019). <https://ebtke.esdm.go.id/post/2020/12/28/2750/standar.nasional.indonesia.sni.pembangkit.ebt?lang=en>
- Panduan komisioning Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH), Pub. L. No. SNI 8277:2020, Indonesia, Badan Standardisasi Nasional 31 (2020).
- Panduan studi kelayakan Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro (PLTM), Pub. L. No. SNI 8932:2020, 51 (2020). <https://ebtke.esdm.go.id/post/2020/12/28/2750/standar.nasional.indonesia.sni.pembangkit.ebt?lang=en>
- Perancangan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Kelas D – Bagian 1: Komponen sipil, Pub. L. No. SNI 8931-1:2020, 63 (2020). <https://ebtke.esdm.go.id/post/2020/12/28/2750/standar.nasional.indonesia.sni.pembangkit.ebt?lang=en>
- Ministry of National Development Planning of the Republic of Indonesia. (2017). *ISED Perjanjian Kerjasama 2017–2020*. https://ktln.setneg.go.id/simpuu/file/BILATERAL/JERMAN/DOKUMEN_PROYEK/ISED.pdf
- PPSDM KEBTK. (2022). *PPSDM KEBTKE Perluas Kerja Sama Dengan ISED, Mengembangkan SDM Unggul Bidang Energi Terbarukan*. Web Page. <https://ppsdmkebtke.esdm.go.id/berita/ppsdm-kebtke-perluas-kerja-sama-dengan-ised-mengembangkan-sdm-unggul-bidang-energi-terbarukan-XkFOt>
- Supriyono. (2022). Rencana Strategis Balai Besar Pengembangan dan Penjaminan Mutu Pendidikan Vokasi Bidang Mesin dan Teknik Industri. In *Balai Besar Pengembangan dan Penjaminan Mutu Pendidikan Vokasi Bidang Mesin dan Teknik Industri* (Vol. 3, Issue 1). <https://bbppmpvbmti.kemdikbud.go.i>

d/main/wp-
content/uploads/2022/07/RENSTRA-
BBPPMPV-BMTI-TAHUN-2020-2024-
Rev-3_352675.pdf

RIWAYAT HIDUP PENULIS

Ir. Dibyo Setiawan, M.T.



Lahir di Jakarta, 22 April 1991.
ASN Fungsional Dosen
Kemendikbudristek di Jurusan
Teknik Mesin, Politeknik
Negeri Bandung. Studi S1
Pendidikan Teknik Mesin,
Universitas Negeri Jakarta,

Jakarta Timur, lulus tahun 2015; S2 Teknik Mesin,
Universitas Pancasila, Jakarta Selatan, lulus tahun
2018; dan Pendidikan Profesi Insinyur, Universitas
Katolik Indonesia Atma Jaya, Jakarta Pusat, lulus
tahun 2023. Infomasi publikasi terbaik yang
pernah dilakukan berupa penghargaan best
paper dalam seminar rekayasa teknologi
Universitas Pancasila tahun 2021.

