

PENGUJIAN ALAT PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA *PICO HYDRO* (PLTPH) TERHADAP KELUARAN DAYA DAN DEBIT AIR YANG DIHASILKAN DENGAN VARIASI KETINGGIAN *HEAD*

Ananta Pratian Samsul Putra¹, Mochamad Choifin², Yunita Nur Afifah³

e-mail : anantapratian26@gmail.com, mochamad_choifin@dosen.umaha.ac.id, yunita@dosen.umaha.ac.id

^{1,2,3}Teknik Mesin, Fakultas Teknik

Universitas Maarif Hasyim Latif, Sidoarjo, Indonesia

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk memahami dan mengetahui cara kerja alat Pembangkit Listrik Tenaga *Pico Hydro* (PLTPH) terhadap keluaran daya dan debit air dengan variasi *head*. Seiring meningkatnya penggunaan energi listrik yang berada pada masyarakat, semakin berkurang pula sumber daya alam yang digunakan seperti batu bara dan fosil. Salah satu bentuk energi terbarukan yaitu dengan pemanfaatan energi air pada alat Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA). Salah satu jenis PLTA yaitu Pembangkit Listrik Tenaga *Pico Hydro* (PLTPH) yang menggunakan jenis turbin berupa *Archimedes screw* (turbin ulir). Metode penelitian ini menggunakan metode pengujian secara langsung di aliran sungai yang berada di Desa Sambilulu RT 003 RW 003 Kecamatan Taman, Kabupaten Sidoarjo. Perincian alat PLTPH dengan dimensi 1400 x 450 x 450 mm dengan variasi *head* 30 cm, 45 cm dan 60 cm. Cara kerja dari alat ini yaitu air yang masuk ke dalam alat PLTPH akan memutar turbin yang telah tersambung dengan generator yang selanjutnya menghasilkan keluaran daya serta debit yang dihasilkan dengan pemberian *head* pada alat PLTPH. Dari penelitian dihasilkan bahwa pemberian *head* pada alat PLTPH memberikan dampak pada keluaran daya dan debit air yang dihasilkan. Keluaran daya dan debit air terbaik terdapat pada *head* 45 cm dengan nilai: tegangan sebesar 12,408 V, arus sebesar 0,0239 A dan daya sebesar 0,296 Watt.

Kata kunci: energi terbarukan, PLTPH, *Archimedes screw* (turbin ulir), *head*, keluaran daya, debit air

PENDAHULUAN

Energi listrik adalah energi yang banyak dibutuhkan pada setiap kegiatan baik dalam kehidupan sehari-hari maupun dalam kegiatan industrial seperti menjalankan mesin produksi, mempercepat kegiatan produksi dan memberi penerangan pada tempat industri. Namun, seiring meningkatnya penggunaan energi listrik yang berada pada masyarakat, semakin berkurang pula sumber daya alam yang digunakan seperti batu bara dan fosil. Salah satu upaya mengurangi penggunaan sumber daya alam tersebut, maka digalangkan pengembangan energi terbarukan. Ada delapan peta grup di seluruh dunia dengan peneliti kolaboratif. Untuk mengidentifikasi tubuh pengetahuan yang dibuat dari tiga puluh dua tahun publikasi, penelitian ini dibangun pengelompokan sumbu konvergensi yang terdiri dari energi terbarukan dan literatur panel surya: Solar energi, Energi, Energi terbarukan, Manajemen, Kekuasaan, Teknologi, dan Lingkungan disingkat SERMPTE. (Choifin et al.)

Energi terbarukan merupakan sumber energi alternatif yang diproses secara cepat di alam. Indonesia saat ini memiliki sumber energi baru dan terbarukan, antara lain energi angin, energi hidroelektrik, energi surya, energi laut, dan energi biomassa. . Semuanya telah menyebar ke berbagai wilayah Indonesia dan

telah teruji baik besar maupun kecil, potensi sumber listrik tenaga air adalah salah satu energi terbarukan yang dapat dikembangkan (Jabar et al.).

Salah satu pengembangan energi yang menggunakan potensi sumber daya air yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) yaitu suatu alat pembangkit listrik yang berkonsep dengan menggunakan turbin yang digerakkan oleh air yang mengalir. Salah satu jenis Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) yaitu Pembangkit Listrik Tenaga *Pico Hydro* (PLTPH) yang merupakan alat pembangkit listrik yang termasuk dalam klarifikasi daya <5kW yang dapat dioperasikan pada *head* rendah.

PLTPH mempunyai berbagai bentuk turbin yang digunakan dalam menggerakkan generator. Salah satu bentuk turbin yaitu *Archimedes screw* atau yang disebut juga turbin ulir. Turbin *Archimedes* yang sebelumnya digunakan sebagai pompa dapat memberikan solusi yang sangat baik dalam memanfaatkan potensi air (Pallav Gogoi, Mousam Handique, Subrendu Purkayastha). Prinsip kerja dari PLTPH yang menggunakan turbin ulir ini pada dasarnya cara kerja hampir sama dengan pompa screw yang mengangkat air dari suatu tempat yang rendah menuju permukaan. Cara kerja dari alat ini yaitu dari aliran air yang masuk pada saluran inlet pada turbin ulir yang kemudian memutar sudu-sudu pada turbin.

Kemudian poros turbin yang tersambung pada poros generator yang terpasang agar menghasilkan arus listrik.

Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi daya yang dihasilkan dari alat PLTPH ini adalah aliran air. Di setiap daerah memiliki aliran air bervariasi. Sehingga mempengaruhi kinerja dari putaran turbin *Archimedes* tersebut. Dalam penelitian ini terdapat parameter yang menjadi tolak ukur yaitu:

1. Debit air

$$Q = v \times A$$

2. Daya hidrolis dan daya generator

- Daya hidrolis

$$P_{in} = \rho \cdot g \cdot Q \cdot h$$

- Daya generator

$$P_{out} = V \cdot I$$

3. Torsi

$$P = T \cdot 2\pi \cdot \frac{N}{60}$$

$$T = \frac{P}{2\pi \cdot \frac{N}{60}}$$

4. Efisiensi turbin

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \cdot 100 \%$$

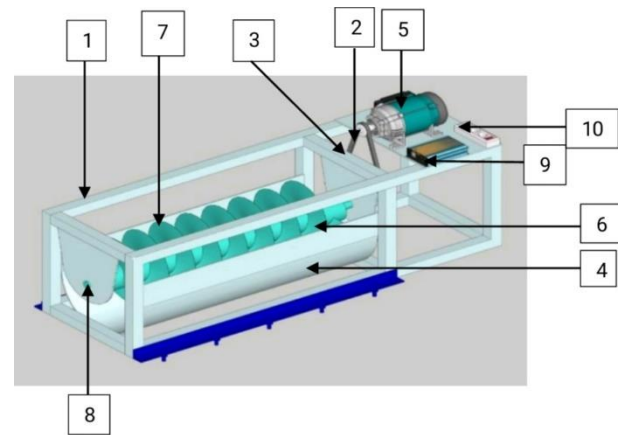
Keterangan:

- | | | |
|---------------------|--------------------|----------------------|
| 1. Q | : debit air | (m ³ /s) |
| 2. v | : kecepatan aliran | (m/s) |
| 3. A | : luas penampang | (m ²) |
| 4. P _{in} | : daya hidrolis | (Watt) |
| 5. ρ | : massa jenis air | (kg/m ³) |
| 6. g | : gaya gravitasi | (m/s ²) |
| 7. h | : tinggi head | (m) |
| 8. P _{out} | : daya generator | (Watt) |
| 9. N | : putaran poros | (rpm) |
| 10. η | : efisiensi turbin | (%) |

METODE PENELITIAN

Perencanaan penelitian merupakan awal proses dari kegiatan agar mendapatkan hasil yang bagus sesuai dengan keinginan, setelah perencanaan awal sampai selesai maka pelaksanaan penelitian bisa dilakukan. Penelitian ini dimulai dari studi literatur yaitu mempelajari jurnal penelitian sebelumnya tentang Pembangkit Listrik Tenaga *Pico Hydro* (PLTPH) observasi alat yang akan digunakan sebagai penelitian maupun eksperimen kemudian melakukan persiapan dengan merancang *design* alat PLTPH dan mempersiapkan alat dan bahan. Kemudian perakitan alat seluruh komponen dari alat PLTPH dari rangka,

turbin, *head* serta komponen lain yang mendukung dalam pengambilan data. Selanjutnya alat diuji coba pada aliran sungai yang sudah ditentukan. Apabila pengujian belum berhasil maka akan dirancang ulang alat tersebut dan apabila berhasil akan dilanjutkan dengan pengambilan data berupa putaran generator, tegangan, arus, daya, torsi dan debit air yang dihasilkan pada variasi *head*. Berikut merupakan rancangan alat PLTPH:



Gambar 1 Rancangan alat PLTPH

Dengan keterangan:

- | | |
|----------------------|------------------|
| 1. Rangka alat PLTPH | 6. Rangka Turbin |
| 2. Pulley | 7. Sudut turbin |
| 3. Sabuk(V-Belt) | 8. Poros Turbin |
| 4. Cover | 9. Controller |
| 5. Generator | 10. Stopcontact |

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Data yang Diperoleh dari Pegujian

Pengujian alat ini dilakukan di area aliran parit pada persawahan yang terletak di Pengambilan data ini dilaksanakan sehari pada waktu pagi, siang dan sore. Dalam pengambilan data ini, daya yang dihasilkan akan disimpan pada aki yang berkapasitas 13V 5A 10 hours. Daya yang masuk nantinya akan dilakukan pengujian tanpa menggunakan beban.

Dalam pengambilan data kecepatan aliran air menggunakan wadah yang bervolume 6 L. Dalam mengisi wadah tersebut sampai penuh memerlukan waktu 17,67 s. Dalam memindahkan air menggunakan pipa yang mempunyai diameter dalam 2,05 cm. Sehingga debit air yang dihasilkan yaitu:

$$V = 6 \text{ L} = 6 \text{ dm}^3 = 0,0006 \text{ m}^3$$

$$\text{Diameter dalam pipa} = 2,05 \text{ cm} = 0,0205 \text{ m}$$

$$A = \frac{\pi}{4} d^2$$

$$A = \frac{3,14}{4} (0,0205m)^2 = 0,00032m^2$$

Maka debit yang dihasilkan tanpa alat PLTPH:

$$Q = \frac{V}{t}$$

$$Q = \frac{0,0006 m^3}{6 s}$$

$$Q = 0,0001 m^3/s$$

Maka kecepatan aliran yang dihasilkan adalah:

$$v = \frac{Q}{A}$$

$$v = \frac{0,0001 m^3/s}{0,00032m^2}$$

$$v = 0,312 m/s$$

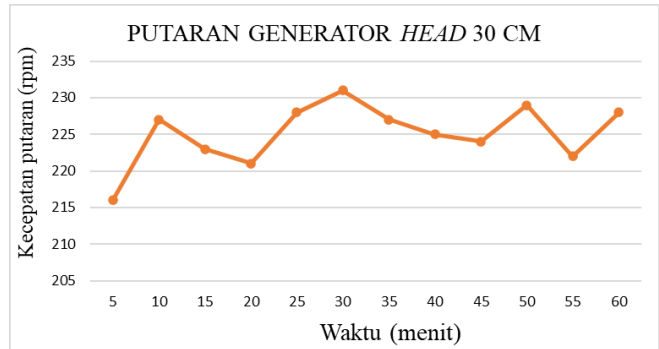
2. Data Head yang Diperoleh

a. Data head 30 cm

Tabel 1 Pengambilan data head 30 cm
Data head 30 cm

No	Menit ke...	Putaran Turbin (RPM)	Tegangan (V)	Arus (A)
1	5	216	12.08	0.018
2	10	227	12.09	0.019
3	15	223	12.09	0.0185
4	20	221	12.12	0.018
5	25	228	12.16	0.019
6	30	231	12.19	0.0195
7	35	227	12.22	0.02
8	40	225	12.24	0.02
9	45	224	12.25	0.019
10	50	229	12.26	0.0195
11	55	222	12.27	0.018
12	60	228	12.29	0.0195

Dari tabel diatas dapat diubah menjadi grafik seperti berikut:



Gambar 2 Grafik putaran generator head 30 cm

Perubahan yang terjadi pada grafik diatas disebabkan adanya robekan pada sambungan antara turbin dengan poros dan adanya sampah yang masuk kedalam tubin sehingga putaran turbin menjadi melambat. Kemudian terjadi kenaikan maupun penurunan secara bergantian pada menit 50, menit 55 serta menit 60. Maka dalam hal ini dapat ditentukan nilai dari nilai kecepatan putaran turbin dengan variasi head 30 cm sebagai berikut:

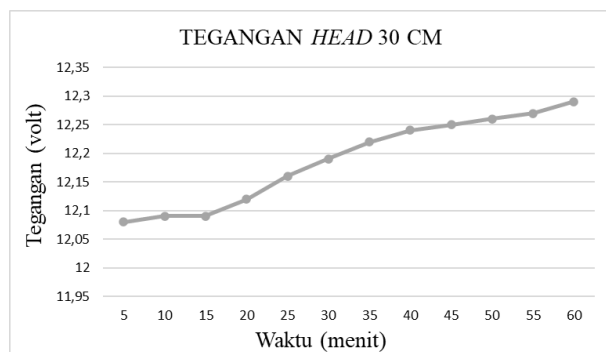
Rata-rata putaran pada generator.

$$\Sigma N = \frac{\text{jumlah seluruh data}}{\text{jumlah data}}$$

$$\Sigma N = \frac{2701}{12}$$

$$\Sigma N = 225,083 \text{ RPM}$$

Setelah data putaran generator didapatkan, maka selanjutnya grafik di bawah ini menunjukkan perubahan tegangan yang dihasilkan oleh variasi head 30 cm:



Gambar 3 Grafik tegangan head 30 cm

Pada gambar 3 terjadi kenaikan tegangan secara bertahap dikarenakan air yang masuk pada turbin memberikan tekanan sehingga putaran pada turbin bergerak secara bertahap yang dipengaruhi head 30 cm. Maka rata-rata tegangan yang dihasilkan oleh head 30 cm sebagai berikut:

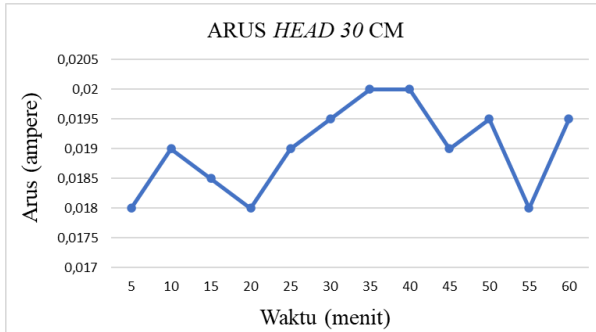
Rata-rata tegangan

$$\Sigma V = \frac{\text{jumlah seluruh data}}{\text{jumlah data}}$$

$$\Sigma V = \frac{146,26}{12}$$

$$\Sigma V = 12,188 \text{ V}$$

Kemudian grafik arus yang dihasilkan pada head 30 cm dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 4 Grafik arus yang dihasilkan head 30 cm

Grafik diatas mengalami perubahan disebabkan karena sambungan antara turbin dengan poros serta adanya sampah yang masuk sehingga membuat putaran turbin melemah sehingga arus yang dihasilkan juga tidak stabil. Dari grafik di atas, dapat ditentukan rata-rata arus yang dihasilkan sebagai berikut:

Rata-rata arus

$$\Sigma I = \frac{\text{jumlah seluruh data}}{\text{jumlah data}}$$

$$\Sigma I = \frac{0,288}{12}$$

$$\Sigma I = 0,00162 \text{ A}$$

Dalam hal ini, maka daya ratat-rata yang dapat dihasilkan oleh variasi head 30 cm yaitu:

Rata-rata daya yang dihasilkan

$$\Sigma P = \Sigma V \times \Sigma I$$

$$\Sigma P = 12,188 \text{ V} \times 0,00162 \text{ A}$$

$$\Sigma P = 0,231 \text{ Watt}$$

Kemudian pada head 30 cm memiliki nilai torsi sebagai berikut:

Rata-rata torsi yang dihasilkan

$$T = \frac{\Sigma P}{2\pi \frac{\Sigma N}{60}}$$

$$T = \frac{0,231 \text{ Watt}}{2\pi \frac{225,083 \text{ RPM}}{60}}$$

$$T = 0,116 \text{ Nm}$$

Dalam pengujian head 30 cm mengalami perubahan debit air yang masuk dalam turbin sehingga debit air yang dihasilkan sebagai berikut:

Debit air yang dihasilkan

$$Q = v \times A$$

$$Q = 0,312 \text{ m/s} \times (0,5 \text{ m} \times (0,7 \text{ m} - 0,3 \text{ m}))$$

$$Q = 0,312 \text{ m/s} \times (0,5 \text{ m} \times 0,4 \text{ m})$$

$$Q = 0,312 \text{ m/s} \times 0,2 \text{ m}^2$$

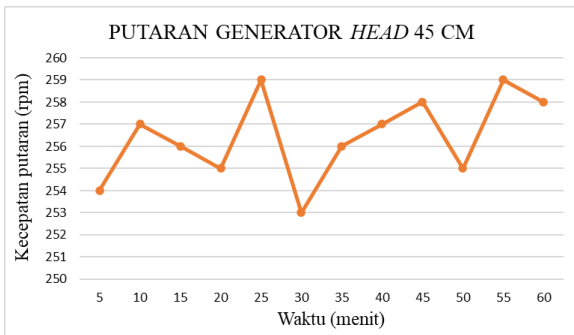
$$Q = 0,0624 \text{ m}^3/\text{s}$$

b. data head 45 cm

Tabel 2 Pengambilan data head 45 cm

No	Menit ke...	Putaran Turbin (RPM)	Tegangan (V)	Arus (A)
1	5	254	12.32	0.022
2	10	257	12.35	0.024
3	15	256	12.37	0.025
4	20	255	12.39	0.025
5	25	259	12.4	0.024
6	30	253	12.41	0.023
7	35	256	12.42	0.024
8	40	257	12.43	0.024
9	45	258	12.44	0.025
10	50	255	12.44	0.023
11	55	259	12.46	0.024
12	60	258	12.47	0.024

Dari tabel diatas dapat diubah menjadi grafik seperti berikut:



Gambar 5 Grafik putaran generator head 45 cm

Gejolak yang terjadi pada gambar 5 disebabkan karena sambungan antara turbin dengan poros serta adanya sampah yang masuk sehingga membuat putaran turbin melemah sehingga arus yang dihasilkan juga tidak stabil. Dengan data yang diperoleh, dapat dinyatakan rata-rata putaran generator head 45 cm sebagai berikut:

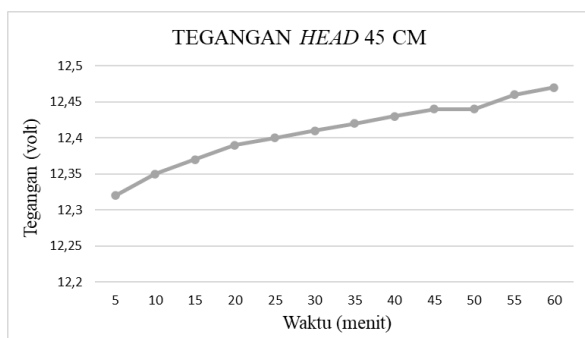
Rata-rata putaran pada generator.

$$\Sigma N = \frac{\text{jumlah seluruh data}}{\text{jumlah data}}$$

$$\Sigma N = \frac{3077}{12}$$

$$\Sigma N = 256,416 \text{ RPM}$$

Setelah data putaran generator didapatkan, maka selanjutnya grafik di bawah ini menunjukkan perubahan tegangan yang dihasilkan oleh variasi head 45 cm:



Gambar 6 Grafik tegangan head 45 cm

Pada gambar 6 terjadi kenaikan tegangan secara bertahap dikarenakan air yang masuk pada turbin memberikan tekanan sehingga putaran pada turbin bergerak secara bertahap yang dipengaruhi head 45 cm. Maka dari grafik di atas, dapat ditentukan rata-rata tegangan yang dihasilkan sebagai berikut:

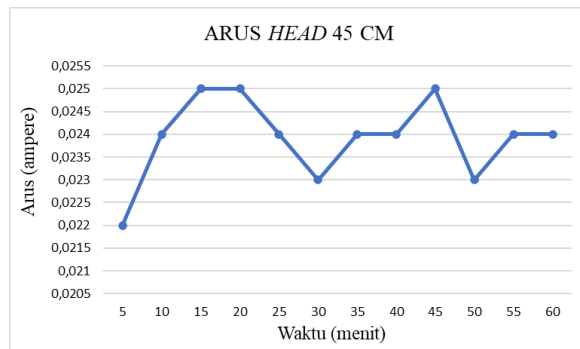
Rata-rata tegangan

$$\Sigma V = \frac{\text{jumlah seluruh data}}{\text{jumlah data}}$$

$$\Sigma V = \frac{148,9}{12}$$

$$\Sigma V = 12,408 \text{ V}$$

Kemudian grafik arus yang dihasilkan pada head 45 cm dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 7 Grafik arus head 45 cm

Gejolak yang terjadi pada gambar 7 disebabkan karena sambungan antara turbin dengan poros serta adanya sampah yang masuk sehingga membuat putaran turbin melemah sehingga arus yang dihasilkan juga tidak stabil. Dari hasil ini dapat diperoleh rata-rata arus yang dihasilkan oleh head 45 cm sebagai berikut:

Rata-rata arus

$$\Sigma I = \frac{\text{jumlah seluruh data}}{\text{jumlah data}}$$

$$\Sigma I = \frac{0,287}{12}$$

$$\Sigma I = 0,0239 \text{ A}$$

Sehingga rata-rata daya yang dihasilkan yaitu:

Rata-rata daya yang dihasilkan

$$\Sigma P = \Sigma V \times \Sigma I$$

$$\Sigma P = 12,408 \text{ V} \times 0,0239 \text{ A}$$

$$\Sigma P = 0,296 \text{ Watt}$$

Kemudian pada head 45 cm memiliki nilai torsi sebagai berikut:

Rata-rata torsi yang dihasilkan

$$T = \frac{\Sigma P}{2\pi \frac{\Sigma N}{60}}$$

$$T = \frac{0,296 \text{ Watt}}{2\pi \frac{256,416 \text{ RPM}}{60}}$$

$$T = 1,9911 \text{ Nm}$$

Dalam pengujian head 45 cm mengalami perubahan debit air yang masuk dalam turbin

sehingga debit air yang dihasilkan sebagai berikut:

Debit air yang dihasilkan

$$Q = v \times A$$

$$Q = 0,312 \text{ m/s} \times (0,5 \text{ m} \times (0,7 \text{ m} - 0,45 \text{ m}))$$

$$Q = 0,312 \text{ m/s} \times (0,5 \text{ m} \times 0,25 \text{ m})$$

$$Q = 0,312 \text{ m/s} \times 0,125 \text{ m}^2$$

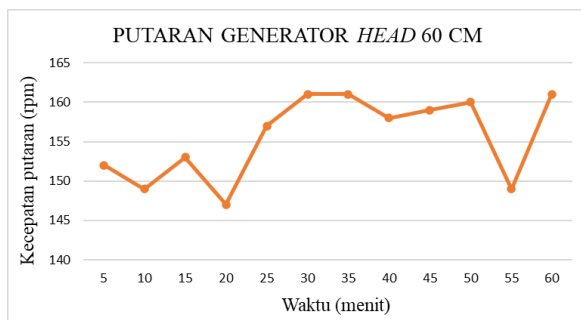
$$Q = 0,039 \text{ m}^3/\text{s}$$

c. Data head 60 cm

Tabel 3 Pengambilan data head 60 cm

No	Menit Ke...	Putaran Turbin (RPM)	Tegangan (V)	Arus (A)
1	5	152	12.62	0.014
2	10	149	12.63	0.013
3	15	153	12.64	0.014
4	20	147	12.64	0.012
5	25	157	12.65	0.014
6	30	161	12.66	0.015
7	35	161	12.67	0.015
8	40	158	12.68	0.014
9	45	159	12.69	0.014
10	50	160	12.7	0.015
11	55	149	12.71	0.013
12	60	161	12.71	0.015

Dari tabel di atas, dapat diubah dalam bentuk grafik seperti berikut:



Gambar 8 Grafik putaran generator head 60 cm

Gejolak yang terjadi pada gambar 8 disebabkan karena sambungan antara turbin dengan poros serta adanya sampah yang masuk sehingga membuat putaran turbin melemah sehingga arus yang dihasilkan juga tidak stabil. Dari gambar di atas dapat menghasilkan rata-rata putaran turbin head 60 cm sebagai berikut:

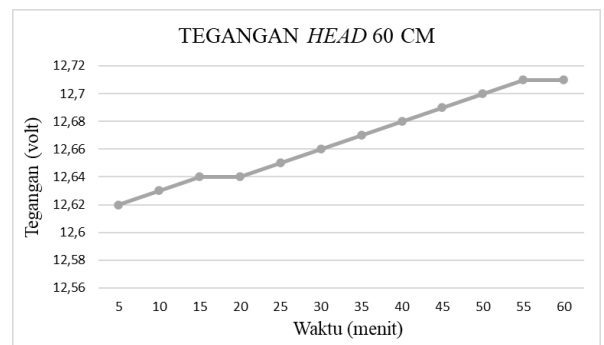
Rata-rata putaran pada generator.

$$\Sigma N = \frac{\text{jumlah seluruh data}}{\text{jumlah data}}$$

$$\Sigma N = \frac{1867}{12}$$

$$\Sigma N = 155,583 \text{ RPM}$$

Setelah data putaran generator didapatkan, maka selanjutnya grafik di bawah ini menunjukkan perubahan tegangan yang dihasilkan oleh variasi head 60 cm:



Gambar 9 Grafik tegangan head 60 cm

Pada gambar 9 terjadi kenaikan tegangan secara bertahap dikarenakan air yang masuk pada turbin memberikan tekanan sehingga putaran pada turbin bergerak secara bertahap yang dipengaruhi head 60 cm. Maka dapat diperoleh rata-rata tegangan yang dihasilkan oleh head 60 cm yaitu:

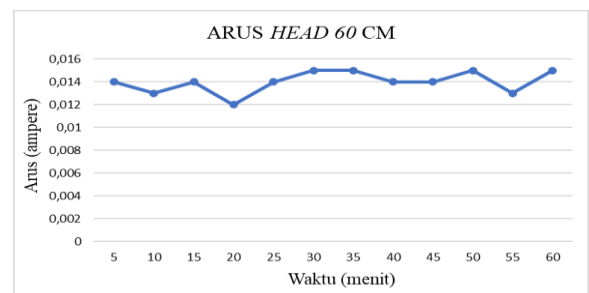
Rata-rata tegangan

$$\Sigma V = \frac{\text{jumlah seluruh data}}{\text{jumlah data}}$$

$$\Sigma V = \frac{152}{12}$$

$$\Sigma V = 12,666 \text{ V}$$

Kemudian grafik arus yang dihasilkan pada head 30 cm dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 10 Grafik arus head 60 cm

Gejolak yang terjadi pada gambar 10 disebabkan karena sambungan antara turbin dengan poros serta adanya sampah yang masuk sehingga membuat putaran turbin melemah sehingga arus yang dihasilkan juga tidak stabil. Dari grafik di atas, dapat diperoleh arus rata-rata pada head 60 cm sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata arus} \\ \Sigma I &= \frac{\text{jumlah seluruh data}}{\text{jumlah data}} \\ \Sigma I &= \frac{0,168}{12} \\ \Sigma I &= 0,014 \text{ A} \end{aligned}$$

Sehingga rata-rata yang dihasilkan yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata daya yang dihasilkan} \\ \Sigma P &= \Sigma V \times \Sigma I \\ \Sigma P &= 12,666 \text{ V} \times 0,014 \text{ A} \\ \Sigma P &= 0,177 \text{ Watt} \end{aligned}$$

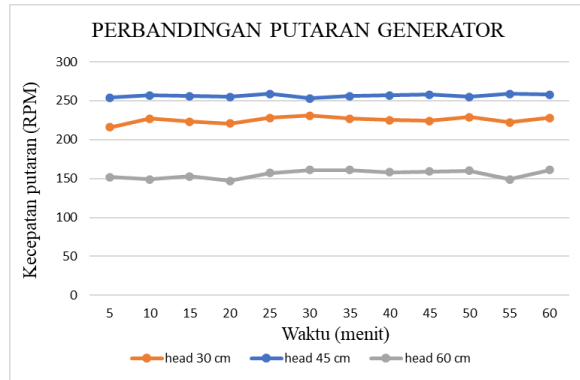
Kemudian pada head 60 cm memiliki nilai torsi sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata torsi yang dihasilkan} \\ T &= \frac{\Sigma P}{2\pi \frac{\Sigma N}{60}} \\ T &= \frac{0,177 \text{ Watt}}{2\pi \frac{155,583 \text{ RPM}}{60}} \\ T &= 0,7219 \text{ Nm} \end{aligned}$$

Dalam pengujian head 45 cm mengalami perubahan debit air yang masuk dalam turbin sehingga debit air yang dihasilkan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Debit air yang dihasilkan} \\ Q &= v \times A \\ Q &= 0,312 \text{ m/s} \times (0,5 \text{ m} \times (0,7 \text{ m} - 0,6 \text{ m})) \\ Q &= 0,312 \text{ m/s} \times (0,5 \text{ m} \times 0,1 \text{ m}) \\ Q &= 0,312 \text{ m/s} \times 0,05 \text{ m}^2 \\ Q &= 0,0156 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

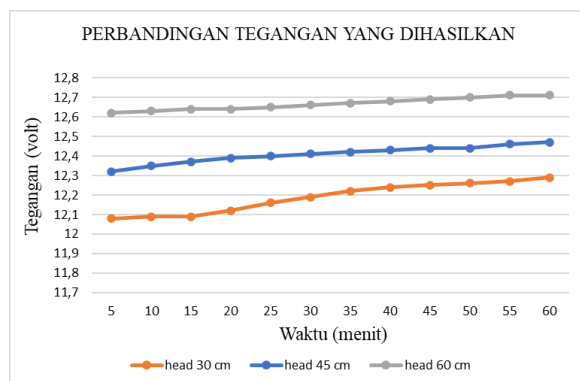
3. Perbandingan Data Seluruh Head
 - a. Grafik perbandingan putaran generator



Gambar 11 Grafik perbedaan putaran turbin

Pada grafik di atas, dapat diartikan bahwa putaran setiap pemberian head dapat memberikan putaran turbin diatas 140 RPM. Penggunaan head 45 cm memberikan dampak pada rata-rata putaran generator secara signifikan dengan nilai putaran maksimalnya berada pada menit ke 25 dan menit ke 55 sebesar 259 RPM. Selanjutnya pada head 30 cm mendapatkan putaran generator secara maksimal pada menit ke 30 sebesar 231 RPM. Pada variasi head 60 cm memiliki rata-rata putaran generator cukup rendah dengan putaran generator maksimal berada pada menit ke 30 dan menit ke 60 sebesar 161 RPM.

- b. Grafik perbandingan tegangan



Gambar 12 Grafik perbandingan tegangan yang dihasilkan

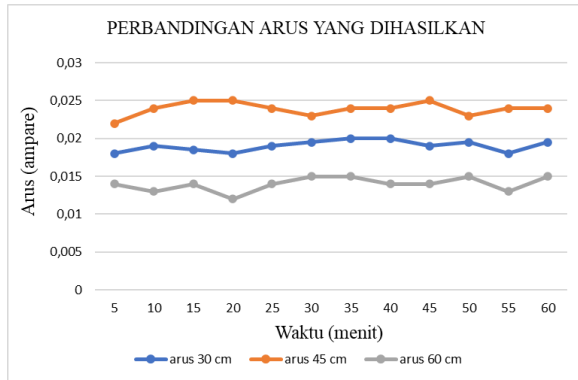
Pada grafik di atas, rata rata tegangan yang dihasilkan oleh generator pada setiap head sebagai berikut:

- a. Head 30 cm: 0,21 V
- b. Head 45 cm: 0,15 V
- c. Head 60 cm: 0,09 V

Penggunaan memiliki dampak terhadap rata-rata perubahan tegangan yang dihasilkan. Head 30 cm mengalami perubahan tegangan

paling tinggi dari menit ke 20 menuju menit ke 25 dengan kenaikan sebesar 0,04 V. Pada head 45 cm memiliki kenaikan tegangan pada menit ke 5 menuju menit ke 10 dengan nilai 0,03 V. Pada head 60 cm mengalami kestabilan peningkatan daya pada setiap menitnya, namun terdapat dua kali tegangan tidak mengalami kenaikan yaitu pada menit ke 15 menuju menit ke 20 serta dari menit ke 55 menuju menit ke 60.

c. Grafik perbedaan arus



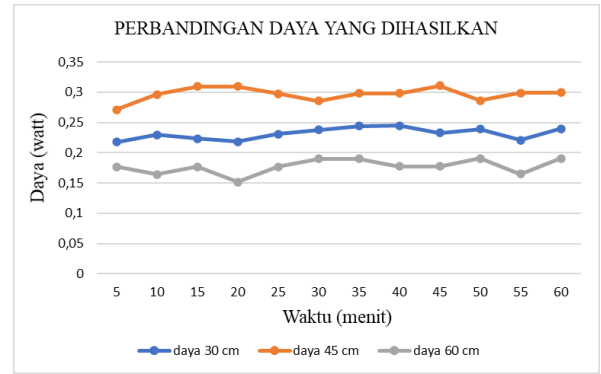
Gambar 13 Grafik perbandingan arus yang dihasilkan

Dalam grafik di atas, pemberian head juga berdampak pada arus yang dihasilkan pada setiap data yang diambil. Rata-rata arus yang dihasilkan pada grafik diatas sebagai berikut:

1. Head 30 cm: 0,0016 A
2. Head 45 cm: 0,0239 A
3. Head 60 cm: 0,014 A

Pada grafik diatas, head 45 cm memiliki keluaran arus yang cukup stabil dengan arus yang dihasilkan tertinggi terjadi pada menit ke 15, menit ke 20, menit ke 45 dengan nilai 0,025 A dan arus terendah yang dihasilkan terjadi pada menit ke 5 sebesar 0,022 A. Untuk head 60 cm memiliki arus tertinggi pada menit ke 30, menit ke 35, menit ke 50 dengan arus yang dihasilkan sebesar 0,015 A serta arus terendah yang dihasilkan berada pad menit ke 20 dengan nilai 0,012 A. Sedangkan dalam penggunaan head 30 cm terdapat arus yang dihasilkan tertinggi pada menit ke 35 dan menit ke 40 dengan nilai 0,020 A serta arus terendah berada pada menit ke 5, menit ke 20, menit ke 55 dengan nilai 0,018 A.

d. Grafik perbedaan daya generator



Gambar 14 Grafik perbandingan daya yang dihasilkan

Dalam grafik di atas, rata-rata daya yang dihasilkan sebagai berikut:

1. Head 30 cm: 0,231 Watt
2. Head 45 cm: 0,296 Watt
3. Head 60 cm: 0,177 Watt

Head 45 cm memiliki keluaran daya yang stabil pada setiap menit pengambilan data serta pada menit ke 45 memiliki keluaran daya paling tinggi dengan nilai 0,311 Watt. Kemudian pada head 30 cm mengalami peningkatan keluaran daya paling tinggi pada menit ke 40 dengan nilai 0,2448 Watt. Pada head 60cm keluaran daya yang dihasilkan tidak sampai 0,2 Watt. Keluaran daya pada head 60 cm tertinggi pada menit ke 60 sebesar 0,1906 Watt.

e. Perbandingan nilai torsi

Dalam perhitungan yang ada sub bab 4.2, dapat diambil dari nilai tertinggi berada pada head 45 cm dengan nilai torsi 1,9911 Nm, sedangkan pada head 60 cm mempunyai nilai torsi 0,7219 Nm dan pada head 30 cm mempunyai nilai torsi 0,1166 Nm.

4. Faktor yang mempengaruhi

Dalam pelaksanaan pengambilan data pada setiap variasi head terjadi beberapa faktor yang dapat mempengaruhi beberapa data yang diambil. Beberapa faktor yang mempengaruhi saat pengambilan data sebagai berikut:

1. Sambungan turbin dengan poros turbin tidak maksimal
2. Plat penutup head kurang presisi
3. Aktivitas pada sungai utama
4. Kurangnya pemberian grease

Faktor inilah yang memberikan dampak dalam proses pengambilan data. Dampak yang diberikan pada faktor di atas adalah:

1. Putaran turbin yang dihasilkan tidak stabil.
2. Putaran turbin berdampak pada putaran generator sehingga putaran yang dihasilkan juga tidak stabil.
3. Keluaran *output* pada generator juga tidak stabil. Hal ini terjadi pada putaran turbin serta arus yang dihasilkan.

Kesimpulan dan saran

1. Variasi *head* dalam pengambilan data memiliki pengaruh debit air yang berada pada aliran sungai. Debit air terbesar didapat pada *head* 45 cm.
2. Variasi *head* pada alat PLTPH dapat mempengaruhi debit air yang masuk. Debit air yang masuk dalam turbin mempengaruhi kecepatan putar yang nantinya mempengaruhi putaran generator.
3. *Output* daya terbesar dikeluarkan pada *head* 45 cm.

DAFTAR PUSTAKA

- Alipan, N. (2018). Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Pico-Hydro Dengan Memanfaatkan Alternator Untuk Membantu Penerangan Jalan Seputaran Kebun Salak. *Jurnal Edukasi Elektro*, 2(2), 59-70.
<https://doi.org/10.21831/jee.v2i2.22457>
- Alwie, rahayu deny danar dan alvi furwanti, Prasetyo, A. B., Andespa, R., Lhokseumawe, P. N., & Pengantar, K. (2020). Tugas Akhir Tugas Akhir. *Jurnal Ekonomi Volume 18, Nomor 1 Maret 201*, 2(1), 41-49.
- Ardika, I. K., Weking, A. I., & Jasa, L. (2019). Analisa Pengaruh Jarak Sudu Terhadap Putaran Turbin Ulir Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 18(2).
<https://doi.org/10.24843/mite.2019.v18i02.p10>
- Azmi, M. N., Juwono, P. T., & Wicaksono, P. H. (2018). Studi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Pada Bendungan Lubuk Ambacang Kabupaten Kuantan. *Student Jurnal Universitas Brawijaya*.
<http://repository.ub.ac.id/9206/>
- Bandri, S., Premadi, A., & Andari, R. (2021). Studi perencanaan pembangkit listrik tenaga picohydro (pltp) rumah tangga. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 21(1).
- Bernoulli, H., Pembelajaran, M., Meter, F., & Fluida, P. M. (2020). Aplikasi Hukum Bernoulli Pada Alat Peraga Flow Meter Untuk Praktikum Mekanika Fluida. *Prosiding Seminar Nasional NCIET*, 1(1), 277-285.
<https://doi.org/10.32497/nciet.v1i1.97>
- Choifin, Mochamad, et al. "a Study of Renewable Energy and Solar Panel Literature Through Bibliometric Positioning During Three Decades." *Library Philosophy and Practice*, vol. 2021, no. January, 2021, hal. 1-15.
- Corio, D., & Kananda, K. (2019). Analisa Potensi Embung Itera Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Pico Hydro (PLTPH). *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, 97-103.
- Edukasi, pt pesona. (n.d.). multimeter.
- Efendi, S. S., Mediawan, Y., & Riandini, K. (n.d.). Perumusan Kebutuhan Tenaga Ahli Dalam Pembangunan Infrastruktur Bendungan Dalam Upaya Pengelolaan Sumber Daya Air. Simantu.Pu.Go.Id.
https://simantu.pu.go.id/personal/img-post/197512112010121001/post/20190812114440_F_Makalah_BendunganSoniBPSDM.pdf
- Eki. (n.d.). No Title. alat uji tachometer.
- ESDM, K. (n.d.). Kementerian ESDM Libatkan Stakeholder Tingkatkan Konsumsi Listrik Per Kapita. 25 NOVEMBER 2022.
<https://www.esdm.go.id/en/media-center/news-archives/kementerian-esdm-libatkan-stakeholder-tingkatkan-konsumsi-listrik-per-kapita>
- Hakim, M. L., Yuniarti, N., Sukir, S., & Damarwan, E. S. (2020). Pengaruh Debit Air Terhadap Tegangan Output Pada Pembangkit Listrik Tenaga Picohydro. *Jurnal Edukasi Elektro*, 4(1), 75-81.
- Jabar, Maulana Abdul, et al. "Analisis Efisiensi Keluaran Energi Listrik Prototipe Sistem Pembangkit Tenaga Pico Hydro Menggunakan Jenis Turbin Archimedes-Screw." *Jurnal Mechanical*, vol. 11, no. 2, 2020, hal. 36-43.
- Pallav Gogoi, Mousam Handique, Subrendu Purkayastha, Khemraj Newar. "Potential of Archimedes Screw Turbine in Rural India Electrification : A Review." *ADBU Journal of Electrical and Electronics Engineering (AJEEE)*, vol. 2, no. 1, 2018, hal. 30-35.
- Zuhud, A., Cahyono, S. I., & Tjahyana, D. D. D. P. (2016). Redesign runner turbin pembangkit listrik tenaga pico hydro dengan metode reverse engineering melalui pendekatan teoritis. *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, 11(2), 61-65.