

DAFTAR PUSTAKA

- Alatas, Masrur, et al. *Pemberdayaan Masyarakat Dalam Pengelolaan Mikrohidro Berkelanjutan*. Surakarta: Tahta Media Grup. 2021.
- Arismunandar, Wiranto. *Penggerak Mula Turbin*. Bandung: ITB, 2004.
- Bachtiyar, C., & Ambarita, H. *Identifikasi dan Analisa Refigerant Sebagai Fluida Kerja Siklus Rankine Organik Untuk Aplikasi Di Indonesia*. Jurnal Riset Industri, 4(2). 2010.
- Campbell, et al. *Biologi*. Jilid 1. Edisi Kelima. Alih Bahasa: Wasmen. Jakarta. 2002.
- Cengel, et al. *Thermodynamics an Engineering Approach*. New York: McGraw-Hill Education. 2015.
- Dietzel, F. S. *Turbin Pompa dan Kompresor*. Jakarta: Erlangga. 1993.
- Heriyanto, H. *Rancang Bangun Alat Kontrol dan Proteksi Terintegrasi Berbasis zelio Logic Smart Relays untuk PLTMH*. Yogyakarta: UGM. 2010)
- Suripto, Slamet. *Sistem Tenaga Listrik*. Yogyakarta: LP3M UMY. 2017.
- Thamrin, Suyono, et al. *Energi Baru dan Terbarukan*. Bogor: Universitas Pertahanan. 2018.
- Yuniarti, Nurhening, et al. *Modul Pembelajaran Pembangkit Tenaga Listrik*. Yogyakarta. 2019.
- Ahyadi, Harwan, et al. *Analisa Rancang Bangun Turbin Cross-flow Saluran Terbuka Dengan debit Air 14 Liter/Menit Skala Labolatorium*. Jurnal Fakultas Teknoogi Industri Program Studi Teknk Mesin, Institut Sains dan Teknoogi Nasional. Presisi, Vol 24 No 2. 2022. <https://ejournal.istn.ac.id>
- Astro, Richardo, et al. *Potensi Energi Air Sebagai Sumber Listrik Ramah Lingkungan di Pulau Flores*. Jurnal Pendidikan Fisika Vol. 4(2). 2020. <https://www.researchgate.net>

- Kartono, et al. *Analisis Pengaruh Variasi Debit Air Terhadap Kecepatan Putaran Turbin Crossflow Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro*. Jurnal Spektrum Vol. 10, No. 2. 2023. <https://ojs.unud.ac.id>
- Mafrudin, et al. *Pembuatan Turbin Mikrohidro Tipe Cross-flow Sebagai Pembangkit Listrik Di desa Bumi Nabung Timur*. Jurnal Teknk Mesin Univesitas Muhammadiyah Metro. Vol. 3 No. 2. <http://ojs.ummetro.ac.id>
- Saleh, Zulkiffli, et al. *Analisis Karakteristik Turbin Crossflow Kapasitas 5 kW*. Jurnal Surya Energi Teknk, Universitas Muhammadiyah Palembang, Vol. 3 No.2. 2019. <https://jurnal.um-palembang.ac.id>
- Sihombing, A. L., & Susila, I. M. A. D. *Intensitas Energi dan CO2 Serta Energy Payback Time Pada Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro dan Mikrohidr*. Jurnal Ketenagalistrikan dan Energi Terbarukan Vol. 15 no. 2, 2016. <https://scholar.archive.org>
- Solihat, Ihat, et al. *Analisa Pengujian Turbin Air Jenis Crossflow Terhadap Variasi Debit*. Jurnal Teknk Mesin, ISSN 2620-6760, Vol. 2, No. 1, 2019. <http://openjournal.unpam.ac.id>
- Vakulchuk, et al. *Renewable Energy and Geopolitics: A Review*. *Renewable and Energy Reviews*. (2020). <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109547>

LAMPIRAN

1. Menghitung Torsi Pada Variasi Kemiringan Pipa 60°

Sebelum menghitung torsi perlu menentukan nilai gaya terlebih dahulu.

Dalam penelitian ini belum di ketahui massa bendanya, maka untuk menentukan nilai massanya harus menentukan nilai F gesekanya.

$$m \text{ (massa benda)} = 6,5 \text{ kg}$$

$$g \text{ (gravitasi)} = 9,81$$

$$\mu \text{ (koefisien gesekan)} = 0,2 \text{ (gesekan antara sabuk kanvas dengan baja kondisi kering)}$$

$$\text{Ditanya : Freaksi} = \dots \text{ (N)}$$

$$\text{Freaksi} = m \cdot g$$

$$\text{Freaksi} = 6,5 \text{ kg} \cdot 9,81$$

$$\text{Freaksi} = 63,76 \text{ N}$$

Jadi nilai Freaksi adalah 68,67 N. Setelah itu dimasukan ke persamaan :

$$\text{Freal} = \mu \cdot \text{Freaksi}$$

$$\text{Freal} = 0,2 \cdot 63,76$$

$$\text{Freal} = 12,75 \text{ N}$$

Setelah menentukan nilai Freal maka dapat menghitung nilai torsi dengan mengalikan jari-jari poros dan gaya.

$$\text{Gaya (F)} = 12,75 \text{ N}$$

$$\text{Jari-jari poros (r)} = 0,009 \text{ (diperoleh dengan cara mengukur diameter poros)}$$

$$\text{Ditanya : torsi } (\tau) = \dots \text{ (Nm)}$$

Sehingga untuk menghitung nilai torsi dapat diperoleh menggunakan persamaan :

$$\begin{aligned}\tau &= r \cdot F \\ &= 0,009 \text{ m} \cdot 12,75 \text{ N} \\ &= 0,115 \text{ Nm}\end{aligned}$$

Jadi nilai torsi yang diperoleh pada kemiringan pipa 60° adalah 0,115 Nm

2. Menghitung Daya Turbin

Daya turbin adalah daya yang dikeluarkan (output) turbin yang dapat digunakan untuk menentukan Efisiensi turbin. Sebelum menghitung daya turbin, diperlukan menentukan besarnya kecepatan sudut.

$$\text{Phi } (\pi) = 3,14$$

$$\text{Kecepatan poros } (n_1) = 228,5$$

Ditanya : Kecepatan anguler (ω) = ...(rad/s)

Sehingga untuk menentukan nilai kecepatan anguler menggunakan persamaan :

$$\begin{aligned}\omega &= \frac{2\pi \cdot n_1}{60} \\ \omega &= \frac{2\pi \cdot 228,5}{60} \\ \omega &= \frac{1.343,98}{60} \\ &= 23,91 \text{ rad/s}\end{aligned}$$

Jadi nilai kecepatan anguler adalah 23,91 rad/s. Setelah mengetahui nilai kecepatan anguler kemudian dapat menghitung daya yang dihasilkan turbin

$$\text{Torsi } (\tau) = 0,115 \text{ Nm}$$

Kecepatan anguler (ω) = 23,91 rad/s

Di tanya : Daya turbin (P_t) = ...(Watt)

$$\begin{aligned} P_t &= \tau \cdot \omega \\ &= 0,115 \text{ Nm} \cdot 23,91 \text{ rad/s} \\ &= 2,749 \text{ watt} \end{aligned}$$

Jadi, output yang dihasilkan daya turbin pada kemiringan pipa 45° adalah 2,75 watt

3. Menghitung Efisiensi Turbin

Efisiensi turbin dapat di tentukan dengan cara daya turbin dibagi dengan daya air lalu dikalikan 100%. Maka,

Daya turbin (P_t) = 2,749 watt

Daya air (P_a) = 28,05 watt

Ditanya : Efisiensi turbin (η_t) = ...(%)

Sehingga efisiensi turbin dapat ditentukan menggunakan persamaan :

$$\begin{aligned} \eta_t &= \frac{P_t}{P_a} 100\% \\ &= \frac{2,749}{28,05} 100\% \\ &= 9\% \end{aligned}$$

Jadi nilai efisiensi turbin adalah 9%.

4. Menghitung Torsi Pada Variasi Kemiringan Pipa 75°

Sebelum menghitung torsi perlu menentukan nilai gaya terlebih dahulu.

Dalam penelitian ini belum di ketahui massa bendanya, maka untuk menentukan nilai massanya harus menentukan nilai F gesekanya.

$$m \text{ (massa benda)} = 6 \text{ kg}$$

$$g \text{ (gravitasi)} = 9,81$$

$$\mu \text{ (koefisien gesekan)} = 0,2 \text{ (gesekan antara sabuk kanvas dengan baja kondisi kering)}$$

$$\text{Ditanya : Freaksi} = \dots \text{ (N)}$$

$$\text{Freaksi} = m \cdot g$$

$$\text{Freaksi} = 6 \text{ kg} \cdot 9,81$$

$$\text{Freaksi} = 58,86 \text{ N}$$

Jadi nilai Freaksi adalah 58,86 N. Setelah itu dimasukan ke persamaan :

$$\text{Freal} = \mu \cdot \text{Freaksi}$$

$$\text{Freal} = 0,2 \cdot 58,86$$

$$\text{Freal} = 11,77 \text{ N}$$

Setelah menentukan nilai Freal maka dapat menghitung nilai torsi dengan mengalikan jari-jari poros dan gaya.

$$\text{Gaya (F)} = 11,77 \text{ N}$$

$$\text{Jari-jari poros (r)} = 0,009 \text{ (diperoleh dengan cara mengukur diameter poros)}$$

$$\text{Ditanya : torsi } (\tau) = \dots \text{ (Nm)}$$

Sehingga untuk menghitung nilai torsi dapat diperoleh menggunakan persamaan :

$$\begin{aligned}\tau &= r \cdot F \\ &= 0,009 \text{ m} \cdot 11,77 \text{ N} \\ &= 0,105 \text{ Nm}\end{aligned}$$

Jadi nilai torsi yang diperoleh pada kemiringan pipa 75° adalah 0,105 Nm

5. Menghitung Daya Turbin

Daya turbin adalah daya yang dikeluarkan (output) turbin yang dapat digunakan untuk menentukan Efisiensi turbin. Sebelum menghitung daya turbin, diperlukan menentukan besarnya kecepatan sudut.

$$\text{Phi } (\pi) = 3,14$$

$$\text{Kecepatan poros } (n_1) = 190$$

Ditanya : Kecepatan anguler (ω) = ...(rad/s)

Sehingga untuk menentukan nilai kecepatan anguler menggunakan persamaan :

$$\omega = \frac{2\pi \cdot n_1}{60}$$

$$\omega = \frac{2\pi \cdot 190}{60}$$

$$\omega = \frac{1.193,2}{60}$$

$$= 19,89 \text{ rad/s}$$

Jadi nilai kecepatan anguler adalah 19,89 rad/s. Setelah mengetahui nilai kecepatan anguler kemudian dapat menghitung daya yang dihasilkan turbin

$$\text{Torsi } (\tau) = 0,105 \text{ Nm}$$

$$\text{Kecepatan anguler } (\omega) = 19,89 \text{ rad/s}$$

$$\text{Di tanya : Daya turbin } (P_t) = \dots(\text{Watt})$$

$$\begin{aligned} P_t &= \tau \cdot \omega \\ &= 0,105 \text{ Nm} \cdot 19,89 \text{ rad/s} \\ &= 2,088 \text{ watt} \end{aligned}$$

Jadi, output yang dihasilkan daya turbin pada kemiringan pipa 45° adalah 2,08 watt

6. Menghitung Efisiensi Turbin

Efisiensi turbin dapat di tentukan dengan cara daya turbin dibagi dengan daya air lalu dikalikan 100%. Maka,

$$\text{Daya turbin } (P_t) = 2,088 \text{ watt}$$

$$\text{Daya air } (P_a) = 28,05 \text{ watt}$$

$$\text{Ditanya : Efisiensi turbin } (\eta_t) = \dots(\%)$$

Sehingga efisiensi turbin dapat ditentukan menggunakan persamaan :

$$\begin{aligned} \eta_t &= \frac{P_t}{P_a} 100\% \\ &= \frac{2,088}{28,05} 100\% \\ &= 7\% \end{aligned}$$

Jadi nilai efisiensi turbin adalah 7%.



1. Proses pemasangan *runner* (sudu) pada rumah turbin



2. Proses uji coba (simulasi) turbin air *crossflow* di selip



3. Proses pemasangan mika pada rumah turbin

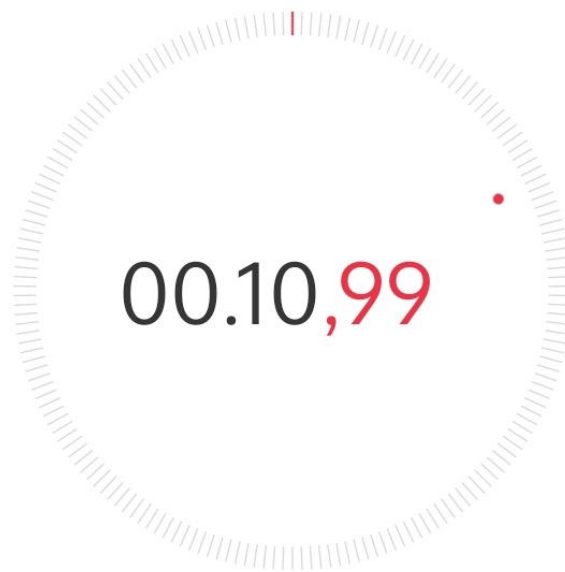


Alarm

Jam

Stopwatch

Pengatur Waktu



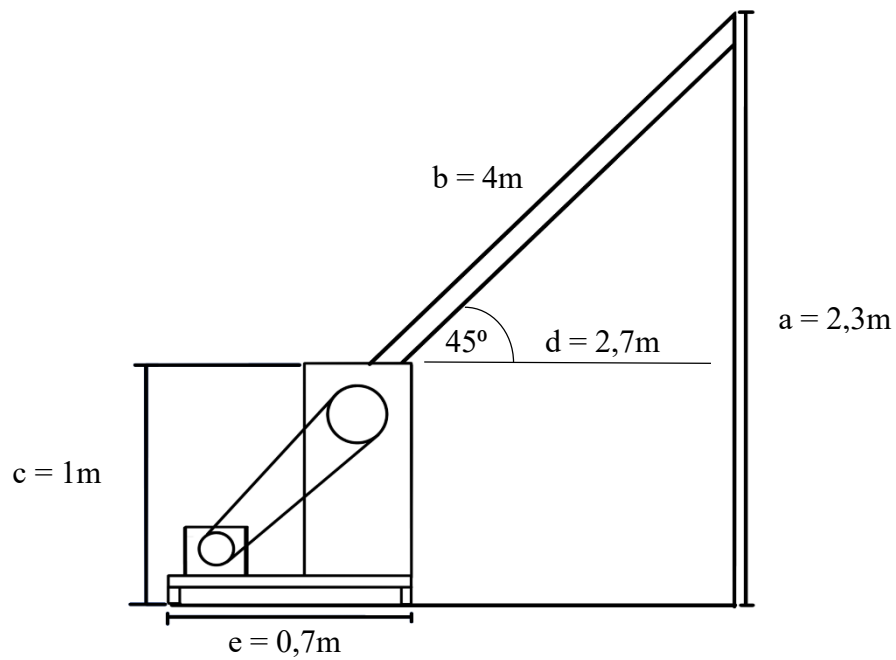
4. Waktu yang dibutuhkan untuk pengambilan nilai debit air



5. Proses pengujian di sungai



6. Pengambilan kecepatan putaran turbin (Rpm)



7. Skema Gambar dengan Sudut kemiringan 45°

Keterangan :

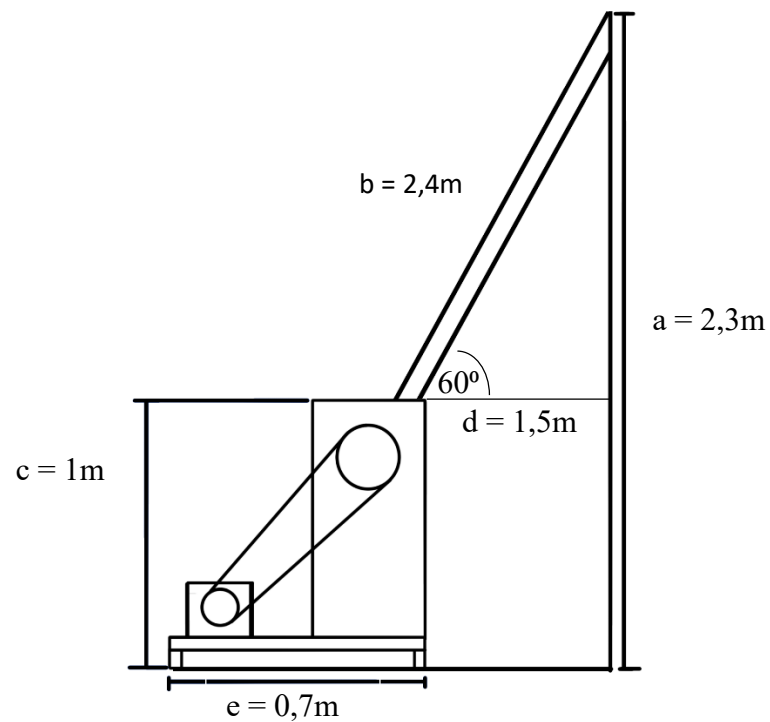
$a = 2,3\text{m}$ (ketinggian air terjun)

$b = 4\text{m}$ (panjang pipa) dengan dimensi pipa 2,5 inchi

$c = 1\text{m}$ (tinggi turbin)

$d = 2,7\text{m}$ (jarak dari turbin ke air terjun)

$e = 0,7\text{m}$ (panjang dudukan turbin)



8. Skema gambar dengan sudut kemiringan 60°

Keterangan :

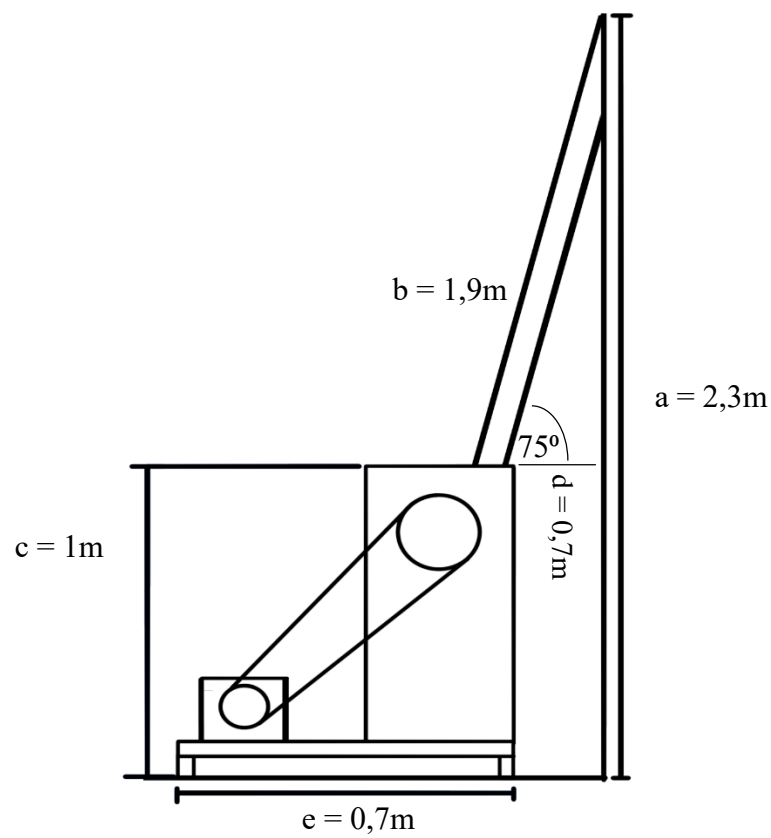
$a = 2,3\text{m}$ (ketinggian air terjun)

$b = 2,4\text{m}$ (panjang pipa) dengan dimensi pipa 2,5 inchi

$c = 1\text{m}$ (tinggi turbin)

$d = 1,5\text{m}$ (jarak dari turbin ke air terjun)

$e = 0,7\text{m}$ (panjang dudukan turbin)



9. Skema gambar dengan sudut kemiringan 75°

Keterangan :

$a = 2,3\text{m}$ (ketinggian air terjun)

$b = 1,9\text{m}$ (panjang pipa) dengan dimensi pipa 2,5 inchi

$c = 1\text{m}$ (tinggi turbin)

$d = 0,7\text{m}$ (jarak dari turbin ke air terjun)

$e = 0,7\text{m}$ (panjang dudukan turbin)