

SIMULATOR PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PIKO HIDRO UNTUK MODUL PRAKTIKUM DI LABORATORIUM KONVERSI ENERGI

Fulgensius Odi

Program Studi Teknik Elektro

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura

fulgensius.odi@gmail.com

Abstrak - Energi listrik merupakan hal yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Saat ini kita telah merasakan krisis energi sehingga kita harus memanfaatkan energi listrik dengan sangat bijak. Potensi energi terbarukan khususnya energi air saat ini merupakan solusi dari krisis energi saat ini. Simulator Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro adalah merupakan suatu alat atau media yang mirip dengan pembangkit listrik tenaga air asli yang kegunaannya untuk memperkenalkan atau menjelaskan serta membantu dalam pemahaman agar lebih memberikan pengertian dari suatu alat yang skalanya lebih besar. Dalam penelitian ini memaparkan hasil pengukuran dan pengujian simulator Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro (PLTPH) serta pembuatan modul praktikum yang belum tersedia, simulator ini dirancang untuk mengetahui mengenai skema Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) sebagai bahan pembelajaran. Setelah simulator PLTPH di uji cobakan, Maka didapatkan debit pada saluran 0.29 L/det dan nilai head 22,85 meter, Dengan potensial daya sebesar 500 W atau 0,5 kW dengan efisiensi generator 0,85 dan efisiensi turbin 0,9. serta jumlah kutub generator 4 kutub dan kecepatan 1400 rpm. Diharapkan penelitian ini, dapat mempermudah pengguna dalam memahami mengenai pembangkit listrik tenaga Air.

Kata Kunci: simulator, PLTPH.

1. Pendahuluan

Dengan melihat begitu banyaknya potensi energi baru terbarukan yang ada di Provinsi Kalimantan Barat, hendaknya perlu dilakukan kajian yang lebih detail dan komprehensif yang didukung dengan peningkatan kualitas sumber daya manusia terutama dalam hal penguasaan teknologi energi baru terbarukan sehingga potensi-potensi yang ada di provinsi ini dapat segera dimanfaatkan semaksimal mungkin terutama untuk diproses menjadi energi listrik untuk daerah terpencil sehingga dapat mempercepat peningkatan rasio kelistrikan daerah pedesaan yang ada di provinsi Kalimantan Barat.

Teknologi Mikrohido dan Pikohidro terus dikembangkan baik dari segi peralatannya maupun dari segi efisiensinya. Sebenarnya kita bisa memasok listrik sendiri, dengan memanfaatkan aliran air sungai, air terjun yang sering kita temui di desa-desa atau daerah pegunungan. Disebut mikro karena daya yang dihasilkan tergolong kecil yang membedakan antara Mikrohido dan Pikohidro adalah output daya yang dihasilkan. Tenaga air ini bisa berasal dari saluran sungai, saluran irigasi, air terjun alam, atau bahkan sekedar parit asal airnya kontinyu.

Prinsip kerjanya adalah memanfaatkan tinggi terjunnya dan jumlah debit air. proposal ini akan membahas tentang pengujian prinsip kerja dari Simulator

Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro (PLTPH), Efisiensi dari sistem tersebut serta energi listrik yang dihasilkan menggunakan turbin pelton dengan kapasitas generator sebesar 500 Watt.

2. Simulator Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro

2.1. Umum

Simulator Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro adalah merupakan suatu alat atau media yang mirip dengan pembangkit listrik tenaga air asli yang kegunaannya untuk memperkenalkan atau menjelaskan serta membantu dalam pemahaman agar lebih memberikan pengertian dari suatu alat yang skalanya lebih besar seperti pembangkit listrik tenaga air besar yang telah di bangun atau sedang di teliti potensi – potensi sumber yang dapat di bangun pembangkit listrik tenaga air, Hal utama yang harus ada dalam sebuah PLTA adalah air, turbin air dan generator.

2.2. Klasifikasi Pembangkit Tenaga Listrik Hidro

Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) adalah nama umum yang secara khusus digunakan untuk pembangkit listrik tenaga air dengan daya yang besar. Pengklasifikasian pembangkit tenaga listrik hidro berdasarkan kapasitas berbeda antara satu dan lain negara. Hal ini dikarenakan tidak adanya konsensus atau kesepakatan internasional dalam mendefinisikannya. Berikut ini disampaikan klasifikasi pembangkit listrik hidro secara umum berdasarkan daya yang dihasilkannya.

Tabel 2.1. Klasifikasi Pembangkit Daya Listrik Hidro

Klasifikasi Pembangkit	Daya	Keterangan
<i>Large hydro</i>	> 100 MW	Pemasok daya listrik pada sistem <i>grid</i> yang besar
<i>Medium hydro</i>	15-100 MW	Pemasok daya pada sistem <i>grid</i>
<i>Small hydro</i>	1-15 MW	Pemasok daya sistem <i>grid</i>
<i>Mini hydro</i>	100 kW < x < 1 MW	Pembangkit yang berdiri sendiri dalam memasok daya listrik kepada konsumen (stand alone schemes) atau sebagai pemasok daya listrik pada sistem <i>grid</i>
<i>Micro hydro</i>	5-100 kW	Sebagai pemasok daya listrik yang berjumlah sedikit atau industri perdesaan yang terpisah jauh dari sistem <i>grid</i>
<i>Pico hydro</i>	< 5 kW	

2.3. Potensi Energi Air

Pembangkit listrik tenaga mikrohidro mengkonversi tenaga air menjadi tenaga listrik, mula-mula potensi tenaga air dikonversikan menjadi tenaga mekanik dalam turbin air yang kemudian turbin air tersebut memutar generator sehingga mampu dihasilkan tenaga elektrik.

Sebagaimana diketahui dalam ilmu fisika, setiap benda yang berada diatas permukaan bumi mempunyai energi potensial yang berbentuk persamaan sebagai berikut:

$$E = m.g.h \dots\dots\dots (2.1)$$

dimana

E = energi potensial (Joule)

m = massa (kg)

g = percepatan gravitasi (m/det²)

h = tinggi relatif terhadap permukaan bumi (m)

Dari persamaan di atas dapat ditulis:

$$P = \frac{n.g.h}{t} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana

g = percepatan gravitasi (m/det²)

t = waktu

Sehingga apa bila :

$$\rho = \frac{m}{v} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana :

= massa jenis air (kg/m³)

m = massa (kg)

v = volume (m³)

dari persamaan diatas dapat ditulis :

$$P = \frac{\rho.v.g.h}{t} \dots\dots\dots(2.4)$$

$$P = \rho.g \frac{v}{t}. h \dots\dots\dots(2.5)$$

$$P = \rho.g.Q.h \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana :

P = daya listrik (W)

= massa jenis air (kg/m³)

g = percepatan gravitasi (m/det²)

Q = debit air (m³/det)

Nilai massa jenis air () adalah 1000 kg/m³, dengan asumsi percepatan gravitasi bumi (g) sebesar 9,8 m/det² maka persamaan (2.6) dapat di tulis sebagai berikut:

$$P = 1000 . 9,8 . Q . h \dots\dots\dots(2.7)$$

Dengan mengikutsertakan efisiensi sistem maka persamaan (2.7) menjadi:

$$P = \dots.g.Q.h \dots\dots\dots(2.8)$$

dimana P = daya listrik (W)

= gabungan efisiensi turbin

dan generator = t . g

t = efisiensi turbin

g = efisiensi generator

g = gravitasi (m/det²)

h = ketinggian pada air (m)

2.4. Bagian – Bagian Simulator Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro (PLTPH)

a. Bak Penyimpan Air

Bak penyimpanan air ini adalah tempat penyimpanan air serta merupakan bak penenang sebelum air masuk ke dalam pipa pesat (*penstock*).

b. Pipa pesat (*penstock*)

Pipa yang menghubungkan bak penenang dengan turbin di rumah pembangkit yang membawa air jatuh ke turbin. Umumnya pipa pesat terbuat dari pipa baja yang dirol dan dilas untuk menyambungkannya. Namun demikian ada juga pipa pesat terbuat dari besi atau plastik (PE, PVC, HDPE).

c. Turbin

Turbin adalah mesin berputar yang berfungsi untuk mengambil energi mekanik dari aliran fluida. Dalam Pembangkit Listrik Tenaga Piko hidro digunakan turbin air. Turbin ini akan mengkonversikan menjadi energi gerak angular (melingkar). Turbin air

memiliki bentuk berupa baling-baling yang memfokus dan mengontrol fluida.

d. Generator

Generator adalah suatu alat yang di gunakan untuk mengubah energi mekanik menjadi energi listrik.

e. Lampu

Konsep dasar dari sebuah lampu adalah salah satu bentuk pemanfaatan radiasi elektromagnetik yang dihasilkan dari transfer energi fisik maupun kimiawi yang terjadi pada saat lampu menyala.

3. Metodologi Penelitian

3.1. Jenis Penelitian

Jenis Penelitian ini termasuk penelitian eksperimen, yang bertujuan untuk mengetahui cara kerja dari simulator Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro.

3.1.1 Waktu dan Lokasi Penelitian.

Penelitian ini dilakukan mulai bulan Januari 2016 dan bertempat di Laboratorium Konversi Energi Universitas Tanjung Pura Pontianak.

3.1.2 Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah Simulator Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro (PLTPH)

3.2. Teknik Pengumpulan Data

Cara yang digunakan dalam pengambilan data pada penelitian ini adalah:

3.2.1 Teknik Observasi (*Field Research*)

Penulis melakukan penelitian secara langsung terhadap obyek penelitian untuk memperoleh data-data yang akan diperlukan dalam penulisan skripsi nantinya.

a. Data Hasil Pengukuran Debit Air

Tabel 3.1 Debit Air

No	Frekwensi (Hz)	Q
		L/det
1	15	0,11
2	20	0,14
3	25	0,18
4	30	0,21
5	35	0,24
6	40	0,25
7	45	0,27
8	50	0,29

Dari tabel pengukura debit air di atas maka Debit air rata-rata adalah :

$$Q_{(rata-rata)} = 0,21 \text{ L/det}$$

$$1 \text{ Liter} = 0,001 \text{ m}^3$$

$$2,1 \text{ L/s} = 0,0021 \text{ m}^3/\text{det}$$

b. Data Hasil Pengukuran Tanpa Beban

Tabel 3.2 Pengukuran Kecepatan Turbin Air

No	Frekwensi (Hz)	Kecepatan Turbin Air (rpm)
1	15	331,8
2	20	466,6
3	25	600,2
4	30	750,5
5	35	861,8
6	40	1065
7	45	1191
8	50	1239

c. Data Hasil Pengukuran Arus Ballast Load

Tabel 3.3 Arus Ballast Load

No	Frekwensi (Hz)	Arus Ballast Load (Amper)
1	15	0
2	20	0
3	25	0
4	30	0
5	35	0
6	40	0,10
7	45	1,20
8	50	1,50

3.2.2 Studi Literatur

Penulis mengumpulkan data-data dengan membaca dan mempelajari berbagai literatur-literatur yang ada sesuai dengan masalah yang diteliti.

3.3. Teknik Pengukuran

Adapun Teknik pengukuran yang dilakukan secara langsung pada simulator pembangkit listrik tenaga piko hidro yang bertempat di laboratorium konversi energi, serta dilakukan pengukuran debit air dan pengujian pada beban lampu pijar.

4. Perhitungan dan Analisis

4.1. Perhitungan Kecepatan air sebenarnya

Dari data hasil pengukuran dapat di hitung kecepatan air sebenarnya, dapat dihitung nilai kecepatan air selama pengukuran dengan menggunakan persamaan $Q = A \times V_s$, dengan diameter lingkaran 10 cm, jari-jari lingkaran adalah 5 cm Sehingga Luas penampang basah (A) dapat di hitung :

Luas penampang basah

$$= \pi r^2$$

$$= 3,14 \times 0,05m \times 0,05m$$

$$= 0,00785 m^2$$

Dari hasil perhitungan luas penampang basah dapat dihitung pula Kecepatan air sebenarnya :

$$1,1 \text{ L/det} = 0,00785 m^2 \times V_s$$

$$1 \text{ Liter} = 0,001 m^3$$

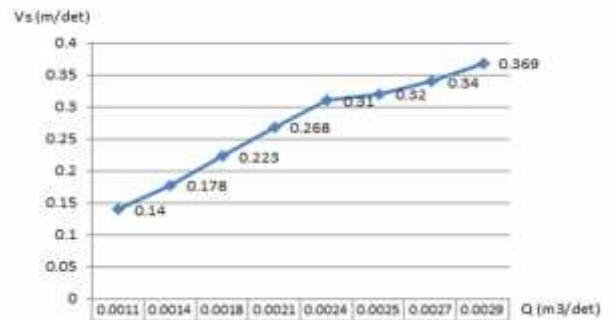
$$1,1 \text{ L/det} = 0,0011 m^3/\text{det}$$

$$V_s = Q \times 1/A$$

$$V_s = 0,0011 m^3/\text{det} \times$$

$$1/0,00785 m^2$$

$$V_s = 0,14 \text{ m/det}$$



Grafik 4.1 Kecepatan Air Sebenarnya Terhadap Debit air

Dari hasil data pengukuran debit air, maka dapat dihitung pula kecepatan air sebenarnya dengan menggunakan rumus $Q = A \times V$. sehingga semakin besar debit air yang di dihasilkan maka kecepatan air yang di dihasilkan akan semakin besar.

4.2. Fungsi dan Operasional dari simulator PLTPH.

Fungsi dari simulator PLTPH ini adalah agar dapat menjadi bahan

pembelajaran dari suatu Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA).

4.3. Penyusunan Modul Praktikum.

4.3.1 TUJUAN PERCOBAAN

1. Mempelajari dan mengamati cara kerja dari simulator piko hidro.
2. Agar pembaca dapat mengerti dan mengenal pembangkit listrik tenaga air (PLTA).
3. Mempelajari cara mengoperasikan simulator piko hidro

4.3.2 PERALATAN YANG DIGUNAKAN

1. Pengaturan frekuensi untuk mengatur pompa air.
2. Generator dan turbin pelton.
3. Rangkaian kontrol ballast load.
4. Panel pengukuran Arus dan Tegangan.
5. Rangkaian beban lampu.

4.3.3 PROSEDUR PERCOBAAN

1. Pengukuran beban lampu
 - a) Masukan sumber ke catu daya.
 - b) Tanahkan instalasi kontrol pompa.
 - c) Hidupkan MCB(mini cirkuit breker).
 - d) Putar perlahan panel kontrol pompa hingga air dapat memutar turbin.
 - e) Tunggu sampai lampu ready menyala.
 - f) Masukan beban secara bertahap
 - g) Ukur arus dan tegan yang berada pada panel pengukur Arus dan Tegangan.

Dalam menyusun modul praktikum penulis menggunakan pengaturan beban,serta menggunakan pengaturan tekanan air.

Untuk perhitungan gabungan dari efisiensi turbin sebesar 0,9 dan efisiensi generator sebesar 0,85 maka hasil kali antara efisiensi turbin dan efisiensi generator adalah

$$\begin{aligned} &= t . g \\ &= 0,9 . 0,85 \end{aligned}$$

$$= 0,77$$

Dengan rumus $P = \eta . g . Q . h$ maka kita dapat menghitung head dari simulator Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro.

$$\begin{aligned} P &= \eta . g . Q . h \\ 500 &= 1000 . 0,77 . 9,8 . 0,0029 . h \\ h &= \frac{500}{21,88} \\ h &= 22,85 \text{ meter} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan yang telah di lakukan maka tinggi yang di dapatkan dari simulator pembangkit listrik tenaga piko hidro adalah sebesar 22,85 meter.

5. Kesimpulan

1. Simulator Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro mempunyai debit(Q) sebesar 0,0029 m³/s dan head(H) setinggi 22,85 meter.
2. Dari hasil perhitungan yang telah di lakukan maka besar efisiensi gabungan dari turbin dan generator dari simulator pembangkit listrik tenaga piko hidro adalah 77%.
3. Dari hasil pengujian simulator Pembangkit Listrik Tenaga Piko hidro (PLTPH) dapat di simpulkan bahwa PLTPH terbagi menjadi beberapa bagian simulasi yaitu simulasi bagian utama yang menggambarkan keseluruhan bagian simulator PLTPH, simulasi pada pipa penstock yang menggambarkan aliran air dari bak penampung menuju turbin, simulasi turbin air yang menggambarkan kecepatan putaran turbin yang dipengaruhi oleh debit air dan ketinggian pipa penstock, simulasi generator yang dipengaruhi oleh kecepatan putaran turbin terhadap tegangan dan frekuensi yang dihasilkan.

Referensi

1. Djiteng Marsudi. *Pembangkitan Energi Listrik*. Erlangga. Jakarta: 2005
2. Zuhail. *Dasar Tenaga Listrik dan Elektronika Daya*. ITB. Bandung: 1991
3. I.r. M. Hariansya, M.T. 2012. *Rencana peningkatan kapasitas daya listrik dari 20 kVA menjadi 60 kVA Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Di Desa Pada Suka Kabupaten Cianjur-Jawa Barat*.
4. Prof. Ir. Abdul Kadir, 1982, *Pembangkit Tenaga Listrik*. UI Press, Jakarta.
5. Prajitno, teknologi Mekanikal dan Elektrikal Dalam PLTMH. Jakarta, 16 Desember 2013.
6. <http://practicalaction.org>. *Micro-Hydro Power*. pada tanggal 12 Oktober 2015 pukul 18.00 WIB.
7. Prayoga, Gama. 2008. *Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Head Rendah Di Sungai Cisangkuy Kabupaten Bandung (Kajian Teknis)*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
8. Sukisno, T. dan Nugroho, Y. (2011). "Analisis Pengaruh

Kombinasi Lampu Pijar, TL Dan Lampu Hemat Energi Terhadap Kualitas Daya Listrik Di Rumah Tangga". 210-221.

9. Yulianty Parinding (2011). "Pembuatan Dan Pengujian Simulator PLTMh Menggunakan Turbin Open Flume Kapasitas 100 Watt Sebagai Alat Peraga Pembelajaran Dan Alat Bantu Penelitian".

Biografi



Fulgensius Odi, lahir di Pontianak, Kalimantan Barat, Indonesia, pada tanggal 16 Januari 1989. Memperoleh gelar Sarjana dari

Program Studi Teknik Elektro Universitas Tanjungpura, Pontianak, Indonesia, 2016.

Menyetujui,
Pembimbing Utama,

Prof. Dr. Eng. Ir. Ismail Yusuf, M.T
NIP. 19650318 199103 1 011

Pembimbing Pendamping,

F. Trias Pontia W, ST, MT
NIP. 19751001 200003 1 001