

PROTOTYPE PENSTABIL TEGANGAN PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO

Darmaputra Catra Daksa

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: darmaputradaksa@mhs.unesa.ac.id

Achmad Imam Agung, Subuh Isnur Haryudo, Ibrohim

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: achmadimam@unesa.ac.id

Abstrak

Listrik merupakan Kebutuhan di era modern menjadi kebutuhan utama masyarakat. Dengan berkembangnya berbagai sektor teknologi mulai dari komunikasi, hiburan dan segala kebutuhan memasak yang memerlukan pasokan energi listrik. Electrical device tersebut menjadi kebutuhan masyarakat dan gaya hidup. Skripsi ini bertujuan untuk Menghasilkan prototipe PLTMH dengan *output* tegangan AC yang stabil dan mengetahui hasil pengujian dan analisis dari prototipe penstabil tegangan pada prototipe PLTMH. Dari pengujian alat didapat debit air sebesar 2,6 lt/s kemudian didapatkan kecepatan putaran turbin sebesar 1360 rpm. hasil *output* dari generator distabilkan menggunakan AVR diperoleh hasil sebesar 13,5 volt sehingga didapatkan hasil arus pengisian aki sebesar 0,05 A. *output* dari aki tersebut disalurkan ke *inverter* untuk mengubah tegangan DC menjadi tegangan AC, dari hasil pengujian beban lampu pijar 209 V AC dengan nilai arus 0,17 A dan nilai daya 35,6 Watt.

Kata Kunci: Energi Alternatif, PLTMH, AVR, Inverter Tegangan.

Abstract

Electricity is a necessity in the modern world to be the primary need of the community. With the development of various technology sectors ranging from communication, entertainment and all cooking needs that require electricity supply. Electrical devices are a necessity of society and lifestyle. This thesis aims to produce a prototype PLTMH with a stable AC voltage output and determine the results of testing and analysis of the prototype voltage stabilizer on the prototype PLTMH. From the testing of the equipment, 2.6 l / s of water is obtained, and then the turbine rotation speed is 1360 rpm. the output of the generator is stabilized using AVR, the result is 13.5 volts so that the battery charging current is 0.05 A. The output of the battery is channeled to the inverter to convert the DC voltage to AC voltage, from the test results of the 209 V AC incandescent lamp load with a current value of 0.17 A and a power value of 35.6 Watt.

Keywords : Alternative Energy, PLTMH, AVR, Voltage Inverter.

PENDAHULUAN

Kebutuhan listrik di era modern menjadi kebutuhan utama masyarakat. Dengan berkembangnya berbagai sektor teknologi mulai dari komunikasi, hiburan dan segala kebutuhan memasak yang memerlukan pasokan energi listrik. Electrical device tersebut menjadi kebutuhan masyarakat dan gaya hidup (Setiawan, David Wie, 2018).

Dengan semakin berkembangnya energi listrik membutuhkan energi terbarukan, seperti energi panas matahari, energi angin, energi air dan biomasa. Salah satu dari energi terbarukan tersebut yaitu energi air yang masih belum dimanfaatkan secara maksimal (Hanggara, Ikrar. Dkk, 2017).

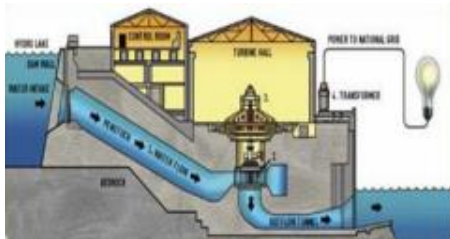
Secara teknis, mikrohidro mempunyai tiga anggota utama yaitu air (sumber tenaga), turbin dan generator (sebagai pengubah tenaga mekanik ke energi listrik). Mikrohidro adalah istilah digunakan untuk susunan instalasi pembangkit listrik bersumber tenaga energi air (Rompas, Parabelem, 2011).

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH), adalah istilah yang digunakan untuk pembangkit listrik dengan sumber tenaga penggerak turbin berupa air pada skala kecil dengan mengukur jumlah debit dan tinggi air terjun. Pada skripsi ini hasil *output* prototipe mikro hidro berupa tegangan DC yang tidak stabil sehingga membutuhkan AVR agar tegangan yang dihasilkan oleh generator stabil, kemudian hasil tegangan yang stabil tersebut dialirkan ke aki (*accu*) untuk menyimpan

tegangan DC hasil *output* dari generator, kemudian hasil tegangan DC dari aki (*accu*) dialirkan ke inverter untuk mengubah tegangan DC ke tegangan AC. Beban pada prototipe ini menggunakan lampu pijar.

KAJIAN PUSTAKA

Pengertian Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH)



Gambar 1. Bagian-bagian PLTMH

Sumber: Sukamta dan Adhi Kusmantoro, 2013

Mikrohidro adalah istilah digunakan untuk susunan instalasi pembangkit listrik bersumber tenaga energi air (Rompas, Parabelem, 2011). Aliran Air dengan daya tampung tertentu dan dengan puncak aliran air tertentu melalui pipa pesat menuju ke rumah instalasi (powerhouse). Di rumah instalasi, air tersebut akan menubruk turbin yang menghasilkan energi mekanik berupa putaran poros turbin. Putaran poros turbin ini membuat generator berputar sehingga menghasilkan tenaga listrik. (Sukamta dan Adhi Kusmantoro, 2013). Pada Gambar 1 terlihat bagian-bagian dari PLTMH.

Pipa Pesat

Pipa pesat sebagai sarana distribusi air dari sungai atau perairan ke ruang generator harus memiliki ketahanan yang baik terhadap tekanan dan pemantauan sambungan pipa secara insentif sehingga pipa pesat tidak dapat bocor. Untuk menghitung luas penampang dapat menggunakan rumus:

$$A = \pi \left(\frac{1}{2} \cdot d \right)^2 \quad (1)$$

Keterangan:

A = Luas Penampang (m^2)

$\pi = 3,14$

d = Diameter (meter)

Turbin

Turbin merupakan peranan paling penting dari unit Mikro Hidro. Pada turbin air diubah menjadi tenaga kinetik yang akan memutar rotor (kincir). Pada rotor dihubungkan pada generator yang akan mengubah putaran menjadi tenaga listrik. Banyaknya daya listrik tergantung

dari debit air dan beda ketinggian lokasi. (Nugroho, dkk., 2015: 19).

Potensi Air

Ketinggian dan luas daerah jatuhnya air menjadi salah satu peluang munculnya energi potensi pada air, dengan adanya gravitasi maka potensi air tersebut jatuh kepermukaan yang lebih rendah dengan perubahan ke energi kinetik potensi air tersebut dapat diambil dari aliran air sungai dan aliran air daerah pegunungan dibantu dengan penempatan pipa pesat untuk distribusi air kedaerah lebih rendah. Aliran air yang jatuh dengan debit Q (m^3/s) yang mengenai kincir atau turbin air akan menghasilkan daya sebesar :

$$P = \rho \cdot Q \cdot g \cdot H \quad (2)$$

Keterangan :

P = daya (Hp)

ρ = massa air = 1000 (kg/m^3)

Q = debit air (m^3/s)

g = Gravitasi bumi 9,81 (m/s^2)

H = tinggi terjun air (meter)

Kincir Air

Kincir air ini digunakan untuk mengganti tenaga air yang mengalir menjadi tenaga kinetis dalam wujud tenaga putaran, semakin tinggi tekanan air yang memutar kincir semakin besar tenaga putar yang diperoleh. Disamping volume air, juga tekanan air yang jatuh mempercepat putaran kincir sehingga putaran akan semakin besar. (Wayan Budiarsana Saputra, DKK. 2017).

Generator DC

Generator DC yaitu suatu sistem yang mengubah tenaga mekanik menjadi tenaga listrik dalam satu mesin. Dengan prinsip membelah medan magnet dengan konduktor, pembelahan medan magnet tersebut dilakukan secara mekanik yaitu memutar kawat penghantar dalam medan magnet. Genarator DC menghasilkan tegangan DC (Direct Current) yaitu tagangan searah dengan dua polaritas.

Inverter

Inverter yaitu pertukaran tegangan DC dari akumulator dijadikan tegangan AC dalam bentuk sinyal sinus yang sesudah itu melalui pembentukan gelombang dan sederetan filter. Tegangan output mengeluarkan amplitudo stabil baik pada tegangan maupun frekuensi tegangan yang dihasilkan. (Mujiman, 2010). Sumber tegangan *input* inverter yang di gunakan adalah baterai, tenaga surya, atau sumber tegangan DC yang lain. Tegangan *output* yang dikeluarkan yaitu 120 V, 220 V dan 115 V (Sukmawidjaja, 2006). Sumber tegangan *input* inverter yang digunakan adalah battery, tenaga surya, atau sumber tegangan DC yang lain (Maharmi, 2017).

AVR (Automatic Voltage Regulator)

AVR (Automatic Voltage Regulator) yaitu alat untuk menjaga agar tegangan tetap pada tegangan nominal dengan mengontrol tegangan output dari generator. Penggunaan AVR untuk mengkondisikan tegangan AVR yang stabil pada tegangan nominalnya dengan tujuan menjaga tegangan pada beban atau electrical device yang digunakan.

METODE PENELITIAN

Rancangan Penelitian

Pada tahapan rancangan penelitian diatas dapat dilihat di gambar 2



Gambar 2. Tahapan Rancangan Penelitian

Pertama yaitu pada reservoir untuk penampung air yang digunakan untuk memutar turbin kemudian ke rancang bangun *hardware* berguna untuk melihat komponen apa saja yang akan digunakan, dari rancang bangun *hardware* kemudian ke pengujian untuk menguji alat tersebut, kemudian mengukur tegangan, arus, dan daya pada *output* PLTMH selanjutnya diketahui hasil dari pengujian tersebut.

Pendekatan Penelitian

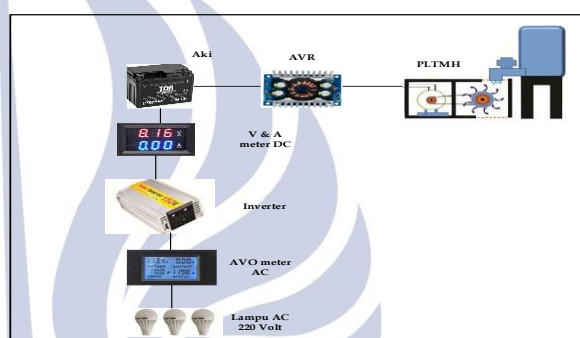
Menurut Arboleda (1981 : 27) pengertian metode penelitian eksperimen adalah suatu penelitian dengan sengaja melakukan manipulasi terhadap satu atau lebih variabel dengan cara tertentu sehingga berpengaruh pada satu atau lebih variabel lain yang diukur. Pada penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif yang artinya penelitian yang menganalisis lebih focus berupa data-data,

numerik atau angka yang diproses dengan menggunakan *method* statistika.

Penelitian ini bertujuan membuat prototype Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro dengan menggunakan Automatic Voltage Regulator (AVR) untuk mengatur stabilitas tegangan pada keluaran generator. Pada bab ini membahas stabilitas tegangan pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro dengan menggunakan Automatic Voltage Regulator (AVR) berbasis Arduino.

Rancangan Hardware System

Desain sistem Pada prototype Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) terdapat beberapa komponen yang berguna untuk menghasilkan tegangan AC yang stabil.



Gambar 3. Rancang Bangun Hardware Prototype

Skema rancang bangun hardware prototype dapat dilihat pada gambar 3. Prototipe ini menggunakan generator DC 108 Watt yang digerakan oleh turbin air yang dikopel menggunakan pulley. Turbin tersebut bergerak berdasarkan dorongan air dari drum yang dialirkan melalui pipa. Generator yang sudah dikopel dengan turbin berputar dan menghasilkan tegangan DC 19 Volt dengan kondisi tidak stabil maka dari itu prototipe ini menggunakan AVR. AVR pada prototipe ini berfungsi sebagai penurun tegangan dan menyetabilkan dari output generator yang tidak stabil. AVR menurunkan tegangan DC 19 Volt yang tidak stabil pada tegangan 13,5 Volt stabil dengan cara apabila basis transistor mendapatkan tegangan positif, transistor akan menghantar sesaat menyalurkan tegangan positif ke emitornya yang terangkai dengan induktor dan katoda pada dioda. Dengan demikian tegangan pada titik emitor sesaat nyaris sama dengan tegangan pada kolektor. Kemudian mengalir arus melalui induktor mengisi muatan kapasitor dan mengalir ke aki. Hasil output dari AVR digunakan untuk mengecak aki 12 Volt 5 mAh yang kemudian ke inverter untuk merubah tegangan DC menjadi tegangan AC 220 Volt. Tegangan AC tersebut digunakan untuk menyuplai beban berupa lampu pijar 220 Volt dengan daya 30 Watt.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan didapat hasil dari percobaan prototype mikro hidro dengan beberapa parameter yang digunakan, didapat hasil sebagai berikut :

Analisis Perhitungan

1. Hasil Perencanaan Bak Penampung

Tabel 1. Data Perencanaan Bak Penampung

Parameter	Kapasitas	Satuan
Kapasitas	200	Liter
Tinggi	4,5	Meter
Debit	2,377774	Lt/s
Jumlah Pipa Pesat	2	Buah
Diameter Pipa Pesat	0,5	Inch

Menghitung luas penampang pipa didapat hasil:

Dari persamaan (1) diketahui π sebesar 3,14 dan diameter sebesar 0,0127 m kemudian hasil dari luas penampang pipa didapat sebesar $0,000126612 \text{ m}^2$.

Setelah diketahui luas penampang pipa, kemudian menghitung kecepatan aliran air menggunakan rumus:

$$m = V \cdot \rho \quad (3)$$

m = massa (Kg)
 V = Volume (m^3)
 ρ = Massa jenis (kg/m^3)

Dari persamaan (3) dapat diketahui volume air $0,2 \text{ m}^3$ dan massa jenis sebesar $1000 \text{ kg}/\text{m}^3$ kemudian diketahui hasil dari massa tersebut sebesar 200 Kg.

$$E_k = m \cdot g \cdot h \quad (4)$$

E_k = Energi kinetik (Joule)
 m = massa (Kg)
 g = Percepatan Gravitasi (m/s^2)
 h = Ketinggian (m)

Dari persamaan (4) untuk mencari energi kinetik diketahui massa 200 kg dan percepatan gravitasi sebesar $9,81 \text{ m}/\text{s}^2$ sedangkan untuk ketinggian sebesar 4,5 meter. Kemudian diketahui hasil dari energi kinetik yaitu sebesar 8820 J.

$$v = \sqrt{\frac{E_k}{\frac{1}{2} \cdot m}} \quad (5)$$

v = Kecepatan aliran air (m/s)
 E_k = Energi kinetik (Joule)
 m = massa (Kg)

Dari persamaan (5) untuk mencari kecepatan aliran air diketahui energi kinetik sebesar 8820 J dan diketahui massa sebesar 200 kg. Kemudian didapat hasil dari kecepatan aliran air sebesar $9,39 \text{ m}/\text{s}$

Menghitung debit aliran air didapat hasil:

$$Q_1 = A \cdot v \quad (6)$$

Q_1 = Debit aliran 1 (m^3/s)
 A = Luas penampang (m^2)
 v = Kecepatan aliran air (m/s)

Dari persamaan (6) untuk mencari debit aliran air 1 diketahui luas penampang sebesar $0,000126612 \text{ m}^2$ dan kecepatan aliran air sebesar $9,39 \text{ m}/\text{s}$. Kemudian diketahui hasil dari debit aliran air 1 yaitu sebesar $0,001188887 \text{ m}^3/\text{s}$.

$$Q_2 = A \cdot v \quad (7)$$

Q_2 = Debit aliran 2 (m^3/s)
 A = Luas penampang (m^2)
 v = Kecepatan aliran air (m/s)

Dari persamaan (7) untuk mencari debit aliran air 2 diketahui luas penampang sebesar $0,000126612 \text{ m}^2$ dan kecepatan aliran air sebesar $9,39 \text{ m}/\text{s}$. Kemudian diketahui hasil dari debit aliran air 1 yaitu sebesar $0,001188887 \text{ m}^3/\text{s}$.

$$Q_{\text{total}} = Q_1 + Q_2 \quad (8)$$

Dari persamaan (8) untuk mencari debit aliran total diketahui debit aliran 1 sebesar $0,001188887 \text{ m}^3/\text{s}$ dan debit aliran air 2 sebesar $0,001188887 \text{ m}^3/\text{s}$. Kemudian diketahui hasil dari debit aliran air total sebesar $0,002377774 \text{ m}^3/\text{s}$ menjadi $2,377774 \text{ Lt}/\text{s}$.

Dari data perencanaan bak penampung diketahui kapasitas bak penampung tersebut adalah 200 liter air kemudian dengan tinggi pipa pesat 4,5 meter sebanyak 2 buah pipa pesat dengan masing-masing diameter 0,5 Inch. Kemudian diketahui hasil dari debit aliran air dengan

menghitung luas penampang pipa sebesar $0,000126612 \text{ m}^2$ setelah menghitung luas penampang pipa kemudian menghitung kecepatan aliran air diketahui hasilnya sebesar $9,39 \text{ m/s}$ kemudian diketahui hasil dari debit aliran air sebesar $2,377774 \text{ Lt/s}$.

Menghitung daya turbin akibat energi potensial didapat hasil dari persamaan (2) untuk mengetahui daya turbin diketahui ρ sebesar 1000 kg/m^3 , diketahui debit aliran air $0,002377774 \text{ m}^3/\text{s}$, diketahui percepatan gravitasi $9,81 \text{ m/s}^2$ dan diketahui ketinggian pipa sebesar $4,5 \text{ m}$. Kemudian hasil dari daya turbin yaitu sebesar $104,96 \text{ watt}$.

2. Data Hasil alat

Pada pengukuran ini dilakukan pengujian terhadap kapasitas aliran air dengan cara menghitung kapasitas bak penampung dengan jumlah 200 liter dalam ketinggian $4,5 \text{ meter}$ dengan 2 pipa penstock dengan masing-masing berukuran $2 \times 0,5 \text{ inch}$.

$$\text{Debit} = \frac{\text{Volume bejana}}{\text{waktu}} \quad (9)$$

Dari hasil pengujian diketahui volume bejana sebesar 200 liter dan waktu didapat sebesar 75 detik. Kemudian didapat hasil debit air sebesar $2,6 \text{ Lt/s}$ dan didapat perbedaan antara angka dari perencanaan dengan angka hasil dari pengujian. Untuk menghitung angka *error* dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Persentase error debit} = \frac{\text{Debit teori} - \text{Debit praktek}}{\text{Debit teori}} \times 100 \quad (10)$$

Dari persamaan (10) untuk mencari persentase *error* debit diketahui debit teori yaitu sebesar $2,377774 \text{ Lt/s}$ dan diketahui debit praktek sebesar $2,6 \text{ Lt/s}$. Kemudian didapatkan hasil persentase *error* debit yaitu sebesar $9,3 \%$

Menghitung daya turbin air setelah debit air dapat diketahui menggunakan persamaan (2) untuk mencari daya turbin air diketahui ρ sebesar 1000 kg/m^3 , diketahui debit aliran air $0,0026 \text{ m}^3/\text{s}$, diketahui percepatan gravitasi $9,81 \text{ m/s}^2$ dan diketahui ketinggian pipa sebesar $4,5 \text{ m}$. Kemudian didapat hasil dari daya turbin yaitu sebesar $114,77 \text{ watt}$.

Sesudah menghitung daya turbin dengan debit air yang telah melalui pengujian terdapat selisih antara daya *output* turbin dari perancangan dengan hasil pengujian diketahui menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Persentase error daya} = \frac{\text{Daya teori} - \text{Daya praktek}}{\text{Daya teori}} \times 100\% \quad (11)$$

Dari persamaan (11) untuk mencari persentase *error* daya diketahui daya teori yaitu sebesar $104,96 \text{ watt}$ dan diketahui daya praktek sebesar $114,77 \text{ watt}$. Kemudian didapatkan hasil persentase *error* daya yaitu sebesar $9,34 \%$

Tabel 2. Data Hasil Pengukuran Kecepatan Putaran Generator Dengan Menggunakan Tachometer

Waktu (s)	Kecepatan (RPM)	Tegangan (V)
5	3310	19,4
10	3457	20
15	3455	20,2
20	3387	19,8
25	3340	19,4
30	3306	19,2
35	3269	18,9
40	3232	18,6
45	3204	18,5
50	3187	18,4
55	3174	18,3
60	3158	18,2
65	3134	18,1
70	3041	15,9
75	1938	8,1

Data hasil pengukuran kecepatan putaran generator terhadap tegangan yang diukur menggunakan tachometer dapat dilihat pada Tabel 2 yaitu hasil Pengukuran Kecepatan Putaran Generator Dengan Menggunakan Tachometer pada setiap waktu pengukuran.

Dari hasil pengukuran kecepatan generator didapat nilai tegangan yang tidak stabil. Sehingga diperlukan penstabil tegangan.

Prosedur Pengujian

1. Pengujian Rangkaian AVR (Automatic Voltage Regulator)

Pengujian Rangkaian AVR bertujuan untuk mengetahui output AVR, apabila output tegangan sesuai dengan tegangan nominal yang diharapkan maka AVR bekerja dengan baik. Rangkaian AVR pada pengujian ini merubah tegangan output generator

untuk merubah tegangan *output* generator 19 V menjadi tegangan *output* AVR 13,5 V.

2. Pengujian Pengisian Aki

Pengisian aki dilakukan hingga bak penampung sampai habis menggunakan Aki 12 VDC dengan kapasitas 5 Ah didapatkan hasil daya aki sebesar 60 watt. Sehingga rumus pengisian aki didapat:

$$P_{aki} = V \cdot I \quad (12)$$

$$P_{aki} = \text{Daya aki (Watt)}$$

$$V = \text{Tegangan (Volt)}$$

$$I = \text{Arus (A)}$$

Dari persamaan (12) untuk mencari daya aki diketahui $V_{out\ AVR}$ sebesar 13,5 Volt dan I_{AKI} sebesar 0,05 A. Kemudian didapat hasil dari daya aki yaitu sebesar 0,675 Watt.

Pengisian tersebut membutuhkan waktu pengisian aki selama 80 s. Dengan hasil persentase pengisian sebesar :

$$\text{Persentase Pengisian} = \frac{\text{Daya Pengisian}}{\text{Daya Aki}} \times 100\% \quad (14)$$

Dari persamaan (14) untuk mencari persentase pengisian diketahui daya aki sebesar 0,675 watt dan diketahui daya aki sebesar 60 watt. Kemudian didapat hasil dari persentase pengisian yaitu sebesar 0,011 %.

Dari hasil *output* tegangan generator digunakan untuk pengisian aki, dengan spesifikasi kapasitas tegangan aki yaitu 12 VDC dengan kapasitas arus 5 Ah. Berdasarkan tabel 4 dan 5 menyatakan bahwa pada arus pengisian aki tanpa beban dilakukan menggunakan ampere meter digital yang dihubungkan secara seri dengan AVR didapat hasil sebesar 0,05 A.

Hasil dari pengujian pengisian aki tanpa beban dan pengujian pengisian aki dengan beban dapat dilihat pada tabel 3, sedangkan pengujian menggunakan beban dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 3. Hasil Pengujian Pengisian Aki Tanpa Beban Lampu

Parameter Yang Diajukan	Pengujian Pada Ketinggian 4,5 Meter
Debit Air	2,6 Lt/s
Kecepatan Putaran Generator	3360 rpm
Kecepatan Putaran Turbin	1360 rpm
Arus Aki	0,05 A
Tegangan Generator Sesudah AVR	13,5 V DC

Lanjutan Tabel 3

Parameter Yang Diajukan	Pengujian Pada Ketinggian 4,5 Meter
Tegangan Generator Sebelum AVR	19 V DC

Tabel 4. Hasil Pengujian Pengisian Aki Dengan Beban

Parameter Yang Diajukan	Pengujian Pada Ketinggian 4,5 Meter
Arus Beban Lampu	0,17 A
Tegangan Beban Lampu	209 V AC
Daya Beban (2 Lampu)	35,6 Watt

PENUTUP

Simpulan

Setelah dilakukan pengujian prototipe penstabil tegangan pada PLTMH dapat disimpulkan sebagai berikut:

Perancangan prototipe penstabil tegangan pada PLTMH dengan menggunakan bak penampung dengan ukuran 200 liter. Pada pengujian turbin air didapat daya sebesar 114,77 watt serta kapasitas aliran air diperoleh hasil 2,6 lt/s. Hasil pengujian yang telah didapat yaitu debit air sebesar 2,6 lt/s kemudian didapatkan kecepatan putaran turbin sebesar 1360 rpm. Hasil pengukuran generator didapat tegangan tidak stabil dengan hasil kurang lebih 19 volt, kemudian hasil *output* dari generator distabilkan menggunakan AVR diperoleh hasil sebesar 13,5 volt. Kemudian didapatkan hasil arus pengisian aki sebesar 0,05 A. Sedangkan hasil pengukuran beban dua lampu pijar sebesar 35,6 W.

Saran

Agar prototipe penstabil tegangan pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro PLTMH dapat dikembangkan terdapat saran yaitu pada prototipe ini diharapkan adanya penambahan penelitian berupa kapasitas generator dan pada prototipe ini menggunakan generator DC, maka lebih baik menggunakan generator AC karena mudah perawatannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Arboleda, Cora R. 1987. *Communication Research*. Manila: CFA
- Hanggara Ikrar dan Irvani Harvi. 2017. *Potensi PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro) Di Kecamatan Ngantang Malang Jawatimur*, Jurnal Reka Buana. Vol. 2 No. 2.

- Maharmi, B. (2017) *Perancangan Inverter Satu Fasa Lima Level Modifikasi Pulse Width Modulation*. Jurnal Teknologi Elektro, 8(1).
- Mujiman. 2010. *Inverter dengan Pengontrol Beban Otomatis*, Jurusan Teknik Elektro, FTI, IST AKPRIND, Yogyakarta.
- Nugroho, Hunggul Y.S.H dan M.Kudeng Sallata. 2015. *PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro)*. Yogyakarta: ANDI
- Rompas, Parabelem. 2011. *Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Pada Daerah Aliran Sungai Ongkak Mongondow Di Desa Muntoi Kabupaten Boolang Mongondow*. Jurnal Penelitian Saintek. Vol. 16 No 2.
- Setiawan, David Wie. 2018. *Perencanaan dan Implementasi Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH)*. Jurnal Teknik Elektro. Vol. 07 No. 01 Halaman 31-35.
- Sukamta, dan Adhi Kusmantoro. 2013. *Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Jantur Tabalas Kalimantan Timur*. Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang.
- Sukmawidjaja, M. (2006). *Eliminasi Harmonik Guna Perbaikan Bentuk Gelombang Keluaran Tegangan Inverter*. JETri,, 9-32.
- Saputra, Wayan Budiarsana, Weking Antonius Wibi dan Jasa, Lie. 2017. "Rancang Bangun Pemodelan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Menggunakan Kincir Overshot wheel". *Jurnal Teknologi Elektro*. Vol. 16 No.02.

