

RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO SEBAGAI SUMBER PENERANGAN AKUAPONIK

Muhammad Yoga Prayuda¹, Diki Riandy², Maharani Putri³

Teknik Listrik^{1,2}, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Medan

Teknologi Rekaya Instalasi Listrik³, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Medan
muhammadyogaprayuda@students.polmed.ac.id¹, dikiriandy@students.polmed.ac.id²,
maharaniputri@polmed.ac.id³

ABSTRAK

Ketergantungan pemanfaatan energi minyak bumi dan gas alam sudah mencapai 75% nya, sehingga salah satu Solusi untuk mengatasi permasalahan energi adalah dengan memanfaatkan potensi energi terbarukan. Energi mikrohidro merupakan salah satu Solusi dari permasalahan tersebut dimana dengan memanfaatkan tekanan air dan dapat menggerakkan turbin untuk menghasilkan Listrik. Dalam penelitian Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) ini diaplikasikan pada aquaponic, dimana pompa aquarium terlebih dahulu dimasukkan ke turbin, sehingga air keluaran turbin yang akan dialirkan pada akuaponik. Namun tekanan pompa 4000 liter/jam kurang maksimal untuk turbin goso dapat menghasilkan tegangan 12 volt, sehingga tegangan dibawah 12 volt tidak akan bisa mencharger baterai. Oleh karena itulah penerangan yang dirancang bisa menyala dalam 4 jam tidak terpenuhi. Untuk itulah PLTMH ini lebih cocok diaplikasi pada air yang bertekanan tinggi yaitu diatas 5000 liter/jam.

Kata Kunci : Turbin Goso, PLTMH, Energi Mikrohidro

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Ketergantungan pembangkit Listrik terhadap sumber energi seperti minyak, solar, gas alam dan batu bara yang hampir mencapai 75%, mendorong dikembangkannya energi terbarukan sebagai Upaya untuk memenuhi pasokan Listrik (Saputra, I. W. B., Weking, A. I., & Jasa L., 2017). Salah satu Solusi untuk mengatasi permasalahan energi adalah dengan memanfaatkan potensi energi terbarukan. Energi mikrohidro merupakan salah satu Solusi dari permasalahan tersebut dimana dengan memanfaatkan aliran air yang jatuh dari ketinggian dan dapat menggerakkan turbin untuk menghasilkan Listrik.

Pada penelitian ini akan memanfaatkan mikrohidro sebagai penerangan akuaponik. Akuaponik adalah salah satu energi yang dapat dijadikan bahan untuk menjalankan energi terbarukan karena akuaponik adalah sistem produksi pangan yang menggabungkan akuakultur (budidaya ikan) dan hidroponik (budidaya tanaman tanpa tanah). Sistem ini efisiensi dalam penggunaan air dan nutrisi, serta dapat di implementasikan di berbagai lingkungan, termasuk daerah perkotaan dan terpencil. Akuaponik memerlukan sistem penerangan yang memadai untuk mendukung pertumbuhan tanaman, terutama di daerah yang minim sinar matahari atau pada musim tertentu.

Akuaponik akan memanfaatkan pompa untuk mensuplai air ke tanaman, sehingga dimunculkan kan lah ide untuk membangkitkan energi dari air keluaran pompa untuk menggerakkan turbin, keluaran turbin akan menghasilkan Listrik DC yang akan dialirkan melalui SCC (*Solar Charge Controller*) dan disambungkan ke baterai sebagai penyimpanan energi yang akan dimanfaatkan untuk penerangan pada malam hari. Pompa akan hidup dari pagi sampai sore, disitulah turbin akan mengisi daya baterai. Saat malam hari baterai akan dimanfaatkan sebagai penerangan akuaponik.

Dengan demikian, integrasi PLTMH dan akuaponik diharapkan dapat menjadi model yang dapat direplikasi di berbagai daerah lainnya, memberikan manfaat yang luas dan berkelanjutan bagi Masyarakat Indonesia.

Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Apakah penggunaan PLTMH menggunakan turbin GOSO dapat mengkonversikan energi Listrik dengan baik?
2. Bagaimana mengintegrasikan sistem PLTMH dengan sistem akuaponik secara efektif?

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian rancang bangun pembangkit Listrik tenaga mikrohidro sebagai sumber penerangan akuaponik.

1. Untuk mengetahui PLTMH menggunakan turbin GOSO dapat mengkonversikan energi Listrik dengan baik.
2. Untuk mengetahui sistem PLTMH dan akuaponik dapat terintegrasi secara efektif.

TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro

Mikrohidro atau yang dimaksud dengan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH), adalah suatu pembangkit listrik skala kecil yang menggunakan tenaga air sebagai tenaga penggerak seperti, saluran irigasi, sungai atau air terjun alam dengan cara memanfaatkan tinggi terjunan (head) dan jumlah debit air. Mikrohidro merupakan sebuah istilah yang terdiri dari kata mikro yang berarti kecil dan hidro yang berarti air. Secara teknis, mikrohidro memiliki tiga komponen utama yaitu air (sebagai sumber energi), turbin dan generator. Mikrohidro mendapatkan energi dari aliran air yang memiliki perbedaan ketinggian tertentu. Pada dasarnya, mikrohidro memanfaatkan energi potensial jatuhnya air (head). Semakin tinggi jatuhnya air maka semakin besar energi potensial air yang dapat diubah menjadi energi listrik. Prinsip Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) yaitu memanfaatkan jumlah debit air yang mengalir pada aliran sungai, air terjun atau irigasi dan memanfaatkan beda ketinggian aliran air. Aliran air yang membentur turbin akan memutar poros dari turbin yang menyebabkan turbin berputar sehingga menghasilkan energi mekanik. Energi mekanik yang dihasilkan kemudian menghasilkan energi listrik. (Apriansyah, F Rusdinar, A. Darlis. D, 2016)

Turbin Air

Turbin air adalah turbin dengan media kerja air, secara umum turbin adalah alat mekanik yang terdiri dari poros dan sudu-sudu. Sudu tetap atau stationary blade, tidak ikut berputar bersama poros dan berfungsi mengarahkan aliran fluida. Sedangkan sudu putar atau rotary blade, mengubah arah dan kecepatan aliran fluida sehingga timbul gaya yang memutar poros. Turbin air dibedakan menjadi dua kelompok yaitu turbin implus dan turbin reaksi. Berikut ini merupakan klasifikasi berbagai jenis turbin air yang digunakan dalam pembangkit listrik tenaga air (PLTMH) (Jasa,L.,&Ardana,I.P., 2017).

Turbin merupakan bagian penting dari sistem mikro hidro yang menerima energi potensial dari air dan mengubahnya menjadi energi putaran (mekanik). Kemudian energi mekanik ini akan memutar sumbu turbin pada generator.

Terdapat beberapa jenis turbin menurut teknologinya, antara lain:

1. Turbin Tradisional, biasanya terbuat dari bambu atau kayu.
2. Turbin Modern, biasanya digunakan pada proyek – proyek PLTMH berdana besar. Turbin jenis ini yang paling banyak digunakan adalah turbin jenis Kaplan, Francis, Cross Flow, dan Pelton.
3. Turbin Modifikasi, dibuat dengan memodifikasi jenis turbin yang telah ada.

Baterai

baterai sebagai sumber tenaga penggerak kompone-komponen listrik, seperti: motor starter, penerangan (lampu), klakson, pompa air dan lain sebagainya. Baterai sangat penting sebagai pemasok energi ke seluruh komponen kelistrikan yang ada pada alat yg berhubungan dengan listrik, hal ini menjadikan baterai

sangat vital sebagai sumber tenaga kompone-komponen listrik. Baterai ditemukan oleh ahli fisika dari Perancis bernama Gaston Plante pada tahun 1859. Baterai atau akkumulator adalah sebuah sel listrik dimana didalamnya berlangsung proses elektrokimia yang reversible (dapat berkebalikan) dengan efisiensinya yang tinggi. Yang dimaksud dengan reaksi elektrokimia reversibel adalah didalam baterai dapat berlangsung proses perubahan kimia menjadi tenaga listrik (proses pengosongan) dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia (proses pengisian) dengan cara proses regenerasi dari elektroda - elektroda yang dipakai yaitu, dengan melewati arus listrik dalam arah polaritas yang berlawanan didalam sel. Baterai menghasilkan listrik melalui proses kimia.



Gambar 1. Baterai
Sumber : Penulis,2024

Solar Charger Controller (SCC)

Solar charge controller (SCC) adalah perangkat yang mengontrol aliran muatan dari baterai ke beban atau dari panel surya ke baterai melalui mikrokontroler [5]. Jadi, bisa mencegah pengisian daya dan pengosongan baterai, memblokir muatan balik, menjaga penggunaan yang tepat. SCC dirancang dan dibangun dengan konstruksi sederhana mudah dirawat dan ramah penggunaannya. SCC yang diusulkan terdiri dari pengatur tegangan, mikrokontroler dan osilator kristal. Tergantung pada tegangan level pada terminal baterai, yang diatur oleh pengontrol mikro, SCC mengontrol pengisian baterai dari panel surya sehingga meningkatkan umur operasional baterai. Hal ini juga dapat mencegah baterai agar tidak benar-benar habis dengan waktu melepaskannya beban dari baterai ketika level tegangan mencapai nilai kritis yang ditetapkan oleh mikrokontroler (Ashiquzzaman, M., Afroze, N., Hossain, J. M., Zobayer, U., & Hossain, M. M., 2017).



Gambar 2. Solar Charger Controller
Sumber : Penulis, 2024

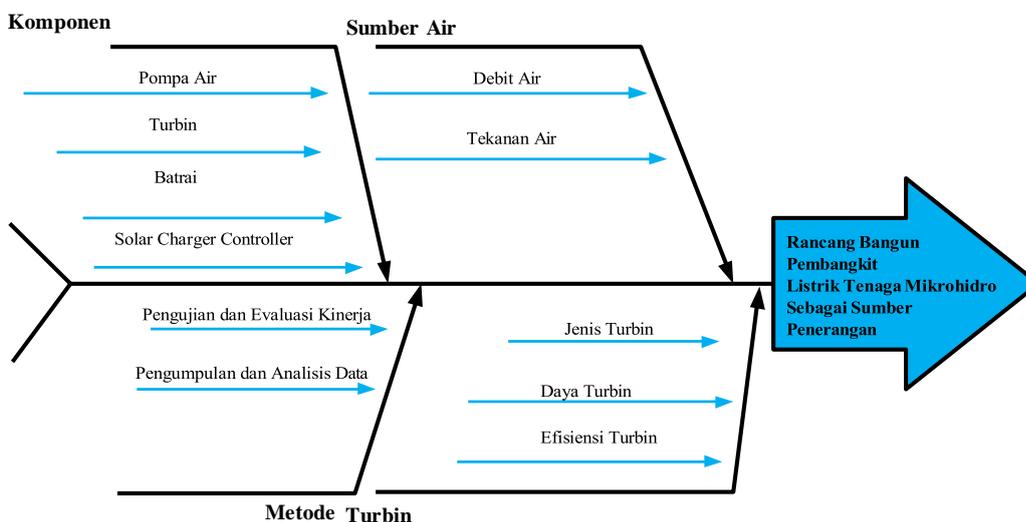
Pengertian Akuaponik

Akuaponik merupakan kombinasi sistem akuakultur dan hidroponik yang saling menguntungkan. Secara sederhana, akuaponik dapat digambarkan sebagai penggabungan antara sistem budidaya akuakultur (budidaya ikan) dengan hidroponik (budidaya tanaman/sayuran tanpa media tanah). Dalam sistem ini, air yang digunakan untuk memelihara ikan dialirkan ke media tanam untuk menumbuhkan tanaman. Tanaman akan menyerap nutrisi dari air yang berasal dari kotoran ikan, sementara air yang telah disaring oleh tanaman akan kembali ke kolam (Angioni et al., 2021).

METODE PENELITIAN

Rancangan Penelitian

Penelitian ini akan diawali dengan mempersiapkan alat dan bahan yang diperlukan untuk proses perancangan sistem PLTMH : Turbin GOSO, Solar Charge Controller, Baterai, Pompa Air. Arus DC yang dihasilkan turbin sehingga dapat dimanfaatkan sebagai sumber penerangan pada akuaponik. Setelah sistem sudah dirancang, maka akan dilakukan pengujian dan evaluasi kinerja pada PLTMH sebagai sumber untuk penerangan serta melakukan pengukuran, pengumpulan data untuk dapat dianalisis kembali.



Gambar 3. Fishbone Diagram

1. Menentukan total Kebutuhan Daya pada penerangan

Tabel 1. Tabel Kebutuhan Daya Pada Akuaponik

No	Beban	Daya(watt)	Pemakaian (hour)	Total Energi(Wh)
1	Lampu DC	15	4	60
	Total	15	4	60 Watthour/day

Maka penyediaan sumber solar sel yang akan digunakan harus lebih besar dari daya total kebutuhan daya per harinya, yaitu sebesar 60 watt hour / day.

a. Menentukan Perencanaan Solar Charge Controller

Dengan perhitungan solar charger controller yang digunakan pada sistem pembangkit listrik tenaga surya tersebut, terlebih dahulu mengetahui data sheet dan spesifikasi dari solar sell yang akan digunakan, dan untuk perhitungan dalam menentukan kapasitas solar charger controller yang digunakan, data sheet dari solar sell yaitu dengan daya maksimum 15 W, dan juga data sheet baterai dengan besar tegangan 12 V ,maka dapat ditentukan kapasitas SCC sebagai berikut:

2. Menentukan total Kebutuhan Daya pada penerangan

Tabel 2. Tabel Kebutuhan Daya Pada Akuaponik

No	Beban	Daya(watt)	Pemakaian (hour)	Total Energi(Wh)
1	Lampu DC	15	4	60
	Total	15	4	60 Watthour/day

Maka penyediaan sumber solar sel yang akan digunakan harus lebih besar dari daya total kebutuhan daya per harinya, yaitu sebesar 60 watt hour / day.

a. Menentukan Perencanaan Solar Charge Controller

Dengan perhitungan solar charger controller yang digunakan pada sistem pembangkit listrik tenaga surya tersebut, terlebih dahulu mengetahui data sheet dan spesifikasi dari solar sell yang akan digunakan, dan untuk perhitungan dalam menentukan kapasitas solar charger controller yang digunakan, data sheet dari solar sell yaitu dengan daya maksimum 15 W, dan juga data sheet baterai dengan besar tegangan 12 V ,maka dapat ditentukan kapasitas SCC sebagai berikut:

$$I_{scc} = \frac{P_{maks}}{V_s}$$

$$I_{scc} = \frac{2,4}{12} = 0,2 \text{ A}$$

$$= 0,66 \text{ A} \approx 2 \text{ A}$$

Sehingga sesuai dengan rumus diatas maka MCB yang digunakan adalah MCB dengan setting arus 2 A.

b. Menentukan Perencanaan Baterai

Satuan energi (dalam WH) dikonversikan menjadi Ah yang sesuai dengan satuan kapasitas baterai sebagai berikut :

$$AH = \frac{Et}{V_s} = \frac{60}{12} = 5 \text{ Ah}$$

Ah : Kapasitas Amper Hour yang dibutuhkan ET : Energi total yang diperhitungkan
Vs : tegangan baterai

Berdasarkan teori bahwa besarnya besarnya deep of discharge (DOD) pada baterai adalah 80 % maka Kapasitas baterai yang dibutuhkan adalah :

$$C_b = \frac{AH \times d}{DOD} = \frac{5 \times 1}{80\%} = 6,25 \text{ Ah}$$

Sehingga penggunaan baterai harus memiliki kapasitas baterai diatas dari 6,25 Ah.

c. Menentukan Perencanaan kontaktor

Sesuai dengan perencanaan daya pada akuaponik (output) maka untuk menentukan kapasitas kontaktor dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut: Kontaktor $\leq 1,15 \times I_{nominal}$

$$I_{nominal} = \frac{P}{V \cdot \cos\phi}$$

$$I_{nominal} = \frac{75}{220 \cdot 0,85}$$

$$I_{nominal} = \frac{75}{187}$$

$$I_{nominal} = 0,40 \text{ A}$$

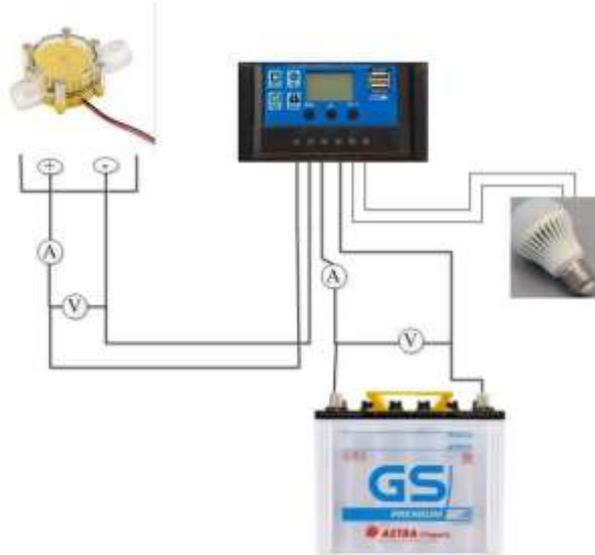
Maka Kontaktor $\leq 1,15 \times I_{nominal}$

$$= 1,15 \times 0,40$$

$$= 0,46 \text{ A} \approx 2 \text{ A}$$

Rangkaian Sistem

Dibawah ini akan dicantumkan gambar rangkaian sistem PLTMH pada akuaponik mulai dari sumber energi hingga output.



Gambar 4. Rangkaian Sistem

Teknik Pengumpulan Data

Adapun metode pengumpulan data yang dilakukan dalam proses rancang bangun pembangkit Listrik tenaga mikrohidro adalah sebagai berikut :

1. Studi Literatur : Mengumpulkan informasi dari jurnal, buku, serta informasi mengenai PLTMH, mempelajari desain, spesifikasi dan karakteristik komponen-komponen PLTMH.
2. Konsultasi : melakukan konsultasi kepada dosen pembimbing mengenai masalah laporan penelitian.
3. Perancangan : Merancang desain PLTMH dan memilih komponen-komponen yang akan digunakan.
4. Pembuatan : Membuat PLTMH sesuai dengan desain yang dirancang terlebih dahulu.
5. Pengujian dan pengukuran : Menguji alat serta melakukan pengukuran yang berkaitan dengan data PLTMH.
6. Analisis data : Menganalisis dan mengolah data dari hasil pengujian yang telah kita lakukan.
7. Kesimpulan : Penyusunan laporan akhir dan Penyelesaian masalah yang terkait pada perancangan PLTMH apabila ada.

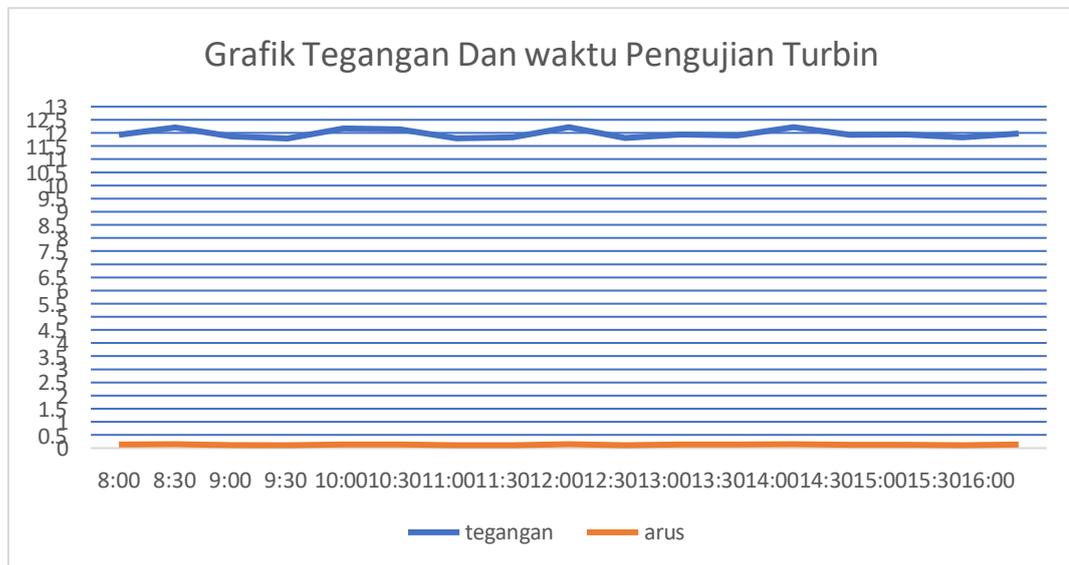
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengukuran Turbin

Tabel 3. Pengujian pengukuran tegangan keluaran Turbin

No	Waktu	Arus	Tegangan
1	08.00	0,14	11,93
2	08.30	0,15	12,21
3	09.00	0,12	11,87
4	09.30	0,11	11,79
5	10.00	0,14	12,17
6	10.30	0,14	12,14
7	11.00	0,11	11,80
8	11.30	0,11	11,83
9	12.00	0,15	12,22
10	12.30	0,11	11,81
11	13.00	0,14	11,94
12	13.30	0,14	11,91
13	14.00	0,15	12,22
14	14.30	0,13	11,93

Dari tabel 3 hasil percobaan di atas diperoleh Grafik untuk pengujian panel surya.



Gambar 5. Grafik Hubungan Tegangan dan Waktu pada Pengujian Turbin

Pengujian Baterai Dengan Turbin Tanpa Beban

Tabel 4. Pengujian baterai dengan turbin tanpa beban

No	Waktu	Turbin		Baterai	
		Tegangan (volt)	Arus (ampere)	Tegangan (volt)	Arus (ampere)
1	08:00	12,05	0,15	12,02	0,15
2	08:30	12,03	0,15	11,91	0,14
3	09:00	12,24	0,16	11,98	0,14
4	09:30	12,01	0,15	12,0	0,15
5	10:00	11,98	0,14	11,94	0,13
6	10:30	11,93	0,14	11,92	0,13
7	11:00	12,25	0,15	12,15	0,16
8	11:30	12,15	0,15	12,10	0,15
9	12:00	11,82	0,13	11,79	0,12
10	12:30	11,81	0,13	11,76	0,12
11	13:00	11,95	0,14	11,89	0,13
12	13:30	12,19	0,16	12,13	0,16
13	14:00	12,34	0,16	12,26	0,16
14	14:30	12,24	0,15	12,19	0,15
15	15:00	11,94	0,14	11,88	0,14
16	15:30	12,26	0,15	12,17	0,15
17	16:00	11,93	0,14	11,90	0,13

Dari penelitian pengisian baterai, dimana apabila tegangan dari pembangkit kurang dari 12 volt, maka tidak akan ada suplai pengisian pada baterai. Sehingga Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro ini kurang maksimal untuk pompa tekanan yang kurang besar. Pada penelitian ini hanya menggunakan pompa aquarium yang memiliki tekanan kurang besar, sehingga mempengaruhi kestabilan tegangan juga. Jadi baterai akan mengalami proses pengisian apabila tegangan sumber Listrik mencapai 12 volt saja.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukasn, maka didaoatkan beberapa Kesimpulan yaitu.Pada rancang bangun pembangkit mikrohidro tekanan air sangat mempengaruhi hasil keluaran tegangan terbin

yaitu sebesar 12v, Apabila tegangan yang dihasilkan PLTMH tidak mencapai tegangan 12v maka baterai dengan kapasitas 6,25 Ah tidak akan dapat tercharger penuh. Mini turbin tidak stabil jika tekanan airnya kurang dan tidak dapat menghasilkan tegangan 12v. Pada saat menggunakan mini turbin

SARAN

Untuk dapat mengembangkan penelitian ini, maka ada beberapa saran yang perlu diperhatikan. Dalam penelitian yang dilakukan pada turbin goso tidak maksimal, apabila menggunakan turbin tersebut harus minimal 1,2 Mpa sehingga tidak cocok digunakan pada akuaponik. Agar PLTMH berhasil diaplikasikan pada akuaponik maka dilakukan perancangan ulang PLTMH sebagaimana dijelaskan pada bagian analisis pembahasan

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti berterima kasih kepada Politeknik Negeri Medan melalui Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (P3M) yang telah mendanai penelitian ini. Terima kasih kepada pihak-pihak yang berperan penting dalam penelitian ini baik mitra tempat penelitian dan juga tim penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Ashiquzzaman, M., Afroze, N., Hossain, J. M., Zobayer, U., & Hossain, M. M. (2017). Cost effective solar charge controller using microcontroller. *Canadian Journal on Electrical and Electronics Engineering*, 2(12), 572-576.
- Khrisnastana, M.A.K. (2017). Studi Analisis Pengaruh Perubahan Debit Air Dan Tekanan Air Pada Pemodelan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro. *Bali : Universitas Udaya*.
- lampung, u. n. (n.d.). *Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)*. Retrieved from <https://digilib.unila.ac.id/9922/8/BAB%20II.pdf>.
- Osaretin C.A. and Edeko F.O. (November 2015). DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A SOLAR CHARGE CONTROLLER. *Department of Electrical/Electronic Engineering Faculty of Engineering, University of Benin, Benin City.*, 41.
- Saleh, Z. Syafitra, M.F. (2016). Simposium Nasional Teknologi Terapan (SNTT). *Analisis Perbandingan Daya pada Saluran Pembawa untuk Suplai Turbin Ulir Archimedes.*, ISSN : 2339-028X.
- Sihaloho, D. (2017). Rancang Bangun Alat Uji Model Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro(PLTMH) Menggunakan Turbin Aliran Silang. *Bandar Lampung : Universitas Lampung*.
- Sugiono., D. (2014). Surabaya. *Analisa Performa Turbin Air Pelton Dengan Sudu Untuk Menyalakan Lampu, Skripsi Jurusan Teknik Mesin, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya*.
- Sularso dan Haruo Tahara. (1983). Jakarta. *Pompa & Kompresor, Cetakan ketujuh, PT paradya paramita*.
- UNILA. (n.d.). *Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro*. Retrieved from <https://digilib.unila.ac.id/9922/8/BAB%20II.pdf>.
- Wheelen, T. L., & Hunger, J. D. (2012). *Strategic Management and Business Policy: Toward Global Sustainability (Thirteenth Edition)*. New Jersey: Pearson Education.
- Wiranto A dan Kuwahara. (1991). Jakarta. *Pembangkitan dengan Tenaga Air, Jilid I ,PT Pradja paramit*.