

Portable Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro Untuk Power Station Charger

Muhammad Taufiqurrohman

D4 Teknik Listrik, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya

muhammadtaufiqurrohman.19004@mhs.unesa.ac.id

Widi Aribowo, Ayusta Lukita Wardani, Reza Rahmadian

D4 Teknik Listrik, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya

widiaribowo@unesa.ac.id, ayustawardani@unesa.ac.id, rezarahmadian@unesa.ac.id

Abstrak

Meningkatnya kebutuhan energi akan menyebabkan menipisnya cadangan energi di bumi dan membutuhkan energi cadangan yang dapat di perbaharui. Energi aliran air menjadi pilihan yang tepat untuk menggantikannya dengan memanfaatkannya menjadi energi pembangkit listrik. Dan energi listrik dapat di simpan di dalam baterai yang bisa digunakan kapan saja. Dalam penelitian ini mengubah energi air tersebut menjadi listrik yang di simpan di baterai dengan bentuk pembangkit yang portable bisa dibawa kemana mana. Dengan membutuhkan sebuah komponen seperti turbin, generator, *charger controller*, *auto buck boost converter*, baterai dan komponen pendukung lainnya yang di rangkai menjadi satu dalam bentuk *portable*. Dengan keluar baterai 12V yang bisa dinaikkan dan turunkan tegangannya sebagai charger *handphone*, laptop, dan peralatan elektronik lainnya. Dengan mengambil hasil yang didapatkan melakukan perbandingan dengan membandingkan perbedaan debit air yang mengalir dengan lama waktu pengisian pada *power charger*. didapatkan hasil pada debit sungai 73,621 l/s lama pengecasan 42 jam, debit debit sungai 73,621 l/s lama pengecasan 42 jam, debit pipa 6,41 l/s lama pengecasan 84 jam, debit pipa 8,064 l/s lama pengecasan 38 jam, debit pipa 9,868 l/s lama pengecasan 32 jam, debit pipa 14,42 l/s pipa 27 jam. Semakin besar debit maka semakin cepat pengisian pada baterai

Kata kunci : piko Hidro, Turbin, Tegangan

Abstract

The increasing need for energy will cause the depletion of energy reserves on earth and require energy reserves that can be renewed. Water flowing energy is the right choice to replace it by using it to generate electricity. And electrical energy can be stored in batteries that can be used at any time. In this study, converting the energy of the water into electricity is stored in batteries in the form of portable generators that can be taken anywhere. By requiring a component such as a turbine, generator, charger controller, auto buck boost converter, battery and other supporting components that are assembled into one in a portable form. With out a 12V battery that can increase and decrease the voltage as a charger for cellphones, laptops and other electronic equipment. By taking the results obtained, do a comparison by comparing the difference in the discharge of flowing water with the charging time on the power charger. The results obtained were river discharge 73.621 l/s charging time 42 hours, river discharge discharge 73.621 l/s charging time 42 hours, pipe discharge 6.41 l/s charging time 84 hours, pipe discharge 8.064 l/s pipe charging time 38 hours, pipe discharge 9.868 l/s charging time 32 hours, pipe discharge 14.42 l/s pipe 27 hour. The greater the discharge, the faster the charging of the battery

Keywords: Piko Hidro, turbine, voltage

PENDAHULUAN

Keperluan sebuah energi terus bertambah dan semakin sedikit sumber daya mendesak orang mencari energi lainnya. Oleh karena itu, diperlukan sumber energi terbarukan lainnya. Dalam pencarian sumber energi yang dapat di perbaharui seharusnya yang memiliki dan menghasilkan jumlah energi cukup, biaya tidak besar dan berdampak positif

terhadap lingkungan. Salah satu sumber energi yang tersebut adalah energi aliran air. (Amri, dkk 2021)

Listrik adalah kebutuhan yang penting seiring berjalannya kebutuhan masyarakat akan alat-alat elektronik yang semakin meningkat. Pembangkit tenaga air yakni pembangkit yang banyak dijumpai dan digunakan di daerah yang banyak terdapat sungai kecil maupun besar yang semuanya dapat digunakan..(Rahmawaty, dkk 2022). Untuk Kondisi

aliran air yang debit rendah dapat menggunakan turbin *Archimedes screw*. Turbin screw memiliki kemudahan dalam pembuatan, sehingga pemakaian turbin ini akan memudahkan dalam perakitanannya dan perawatannya. (Nugraha, dkk, 2022)

Pada masa ini, teknologi elektronik seperti komunikasi dan informasi berkembang dengan sangat cepat, seperti ponsel dan laptop. Ternyata penggunaan smartphone saat ini tidak hanya untuk komunikasi antar pribadi. Namun saat ini, smartphone umumnya digunakan sebagai alat untuk mengambil gambar, menonton film, belajar, memutar video bahkan melihat dunia secara langsung melalui fungsi pencarian yang ada di Internet, dan smartphone juga memiliki banyak kegunaan. Sangat berguna untuk kebutuhan (dimas, 2020).

Smartphone dan laptop memerlukan energi listrik supaya bisa menyala yang disimpan di baterai. Jika baterai dipakai terus – menerus maka baterai akan cepat habis atau yang biasa di sebut tidak bersifat kontiniu. Hal ini menyebabkan kinerja dari smartphone dan laptop akan berkurang, jadi perlunya pengisian kembali pada baterai handphone dan laptop tersebut. Sebelumnya telah dibuat sistem pengisian baterai handphone dan laptop dengan pembuatan station charger sebagai charger alat elektronik seperti smartphone dan laptop. (Fitriadi, 2010). Akan tetapi satation charger tersebut jika energy yang tersimpan habis maka memerlukan pengisian ulang dengan menggunakan listrik tegangan rendah yakni 220V yang tidak semua tempat ada seperti hutan ataupun tempat alam bebas.

Maka penelitian kali ini membuat alat pengisian baterai *smartphone* dan laptop dengan menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro (PLTPH) *Portable* untuk penghasil listrik yang disimpan di baterai *smartphone* dan laptop. Sistem ini dibuat dengan beberapa komponen elektronika yaitu Solar Charger Controller, display kapasitas batrei, modul Boost Converter dan lain – lainnya. Oleh karena itu, dalam penelitian ini dibuatlah judul ”Portable Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro Untuk Power Station Charger“.

KAJIAN PUSTAKA

Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro (PLTPH) merupakan pembangkit listrik tenaga air yang diterapkan di sungai atau air terjun, dengan memanfaatkan perbedaan ketinggian antara hulu dan hilir, jumlah aliran air dan air. Mencetak

Kisaran daya PLTPH di bawah 5 Kilo Watt per unit. (Andhika, dkk, 2021)

Pembangkit Pikohidro dapat digunakan dalam beberapa aplikasi, salah satunya yakni aplikasi turbin ulir *Archimes screw*. Turbin ulir *Archimes screw* yang sering disebut turbin ulir, adalah teknologi yang ditemukan dan digunakan sejak zaman dulu sebagai pompa, yang dalam strukturnya terdiri dari satu atau lebih bilah heliks yang dipasang pada poros dan bertindak sebagai bilah yang bergerak untuk membawa air ke atas. (Suyanto, dkk, 2021)

Dengan zaman yang semakin maju dan pesat, peneliti membuat terobosan baru dalam penelitian ini yang berguna sebagai kebutuhan teknologi. Dengan membuat alat *portable* pembangkit listrik tenaga piko hidro untuk *power station charger* dapat mempermudah pekerjaan manusia, khususnya pada penyimpanan energi. Dengan penggabungan *portable* pembangkit listrik tenaga piko hidro dengan tempat penyimpanan energi yaitu *power station*, manusia dapat menyimpan energi sebagai pengisi ulang batrei barang elektronik. Selain dapat dibawa kemana mana, penyimpanan energi tersebut juga dapat terisi ulang energinya karena telah digabungkan dengan *portable* pembangkit listrik tenaga piko hidro yang menggunakan turbin *archimedes screw* sehingga bisa di letakkan pada aliran sungai.

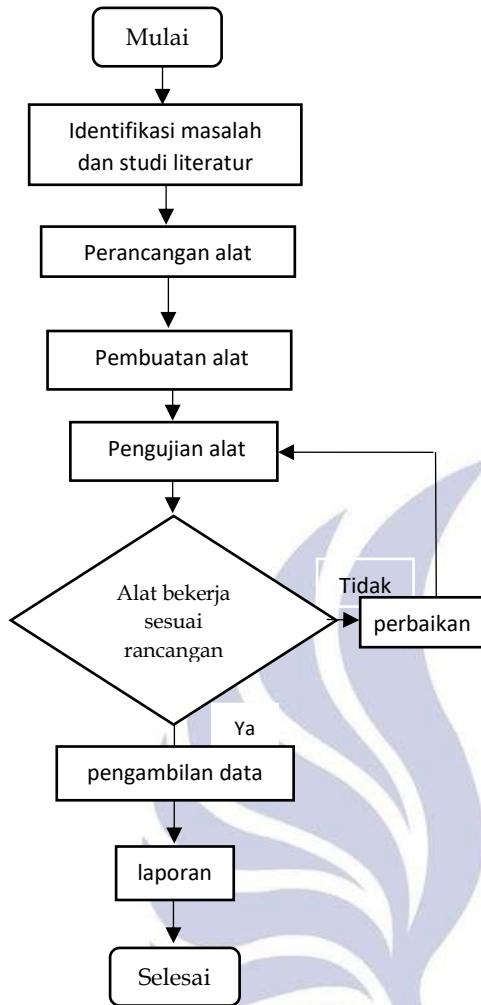
METODE PENELITIAN

Tinjauan Umum Perancangan

Perancangan ini dilakukan untuk mengetahui dan memahami tentang *portable* pembangkit listrik tenaga piko hidro untuk *power station charger* dengan menggunakan pembangkit kecil yang dapat dibawa kemana mana. Yang nantinya menggunakan turbin archimedes yang tenaga mekaniknya disalurkan menggunakan generator 12v/24v sebagai penghasil listrik dan di teruskan ke komponen *Solar Charge Controller* sebagai pengisi daya ke batrei sebagai tempat penyimpanan daya untuk charger alat elektronik. Dengan dibantu dengan *modul auto buck boost Converter* yang sebagai pengatur tegangan yang diinginkan.

Metodologi Perancangan

Untuk menyelesaikan tugas akhir ini ada beberapa langkah yang harus di lakukan. Pada gambar 1 adalah gambar perancangan sistem dan tahapan penelitian hingga selesai.



Gambar 1. Tahapan penelitian

Pada Gambar 1 ditampilkan tahapan penelitian dari mulai sampai alat bekerja, jika tidak bisa bekerja maka dilakukan perbaikan dan diuji coba lagi sampai bekerja, selanjutnya dengan pembuatan laporan hingga selesai.

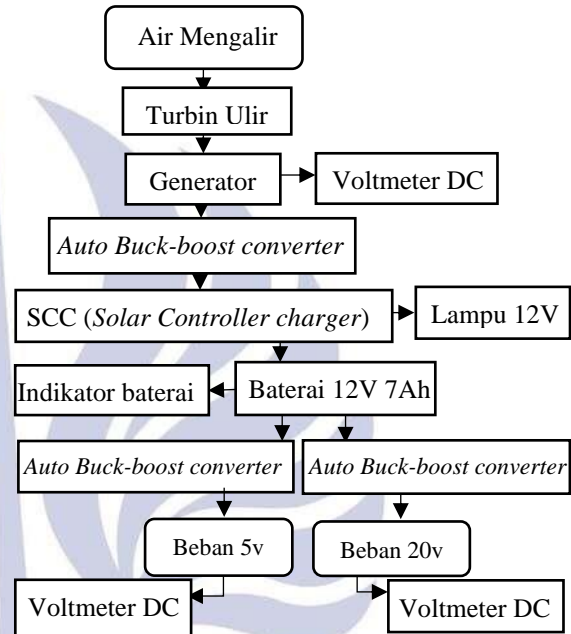
Pada Gambar 2 alur perancangan turbin Air mengalir akan menggerakkan turbin yang nantinya turbin menggerakkan Generator. Untuk tegangan Generator dapat di pantau menggunakan voltmeter DC, selanjutnya tegangan dari generator akan masuk ke *auto buck boost converter* untuk di stabilkan tegangannya sebesar 13,6V dan selanjutnya dimasukkan ke SCC (*Solar Controller Charger*) yang dimana SCC ini berfungsi sebagai pengisi baterai dan akan mengatur tegangan yang masuk ke baterai. Untuk lampu 12V sebagai untuk lampu *emergency* yang tegangannya bisa diambil dari SCC yang sudah di pasang baterai. Selanjutnya tegangan dari baterai akan di turunkan menggunakan *auto buck boost* sebesar 5V sebagai charger *HandPhone* dan dari baterai ada *auto buck boost* lagi yang di naikan tegangannya sebesar 20V sebagai Charger

Laptop. Kedua *auto buck boost* tersebut dipantau tegangannya melalui voltmeter DC.

Alur Perancangan Alat

Alat dan Bahan

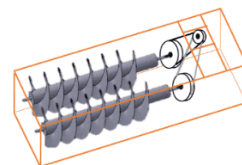
Dibawah ini pada Tabel 1 yang berisi tentang komponen yang diperlukan untuk merancang dan membuat Portable Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro Untuk *Power Station Charger* :



Gambar 2 Alur perencanaan alat

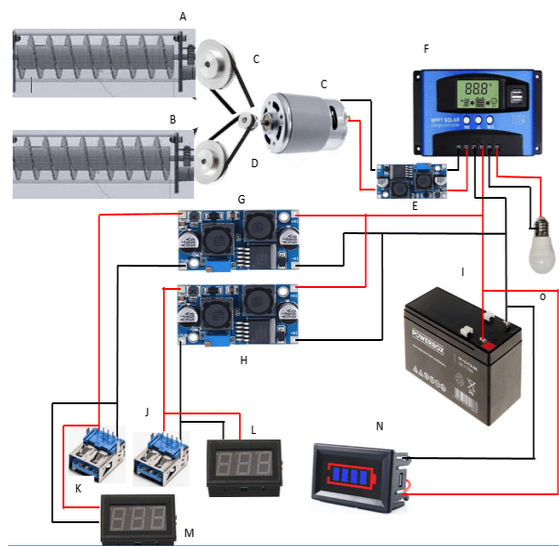
Tabel 1. Alat dan Bahan

No.	Nama Komponen	Jumlah
1.	Turbin Archimedes	2
2.	Generator DC 12/24V	1
3.	SCC (<i>Solar Controller Charge</i>)	1
4.	<i>Auto Buck Boost Converter</i> XL6009	3
5.	Indikator Baterai	1
6.	Baterai 12V 7AH	1
7.	Voltmeter DC	3
8.	<i>Pulley Generator</i>	2
9.	Kabel penghubung	
10.	Lampu 12V	1



Gambar 3. Rancangan Turbin Archimedes

Pada Gambar 3 adalah Rancangan Turbin Portable pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro Untuk *Power Station Charger*. Rangkaian Portable pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro Untuk *Power Station Charge*. Ini menggunakan 2 buah turbin sebagai penggerak generator yang di tampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Blok diagram alur rancang bangun

Keterangan :

- A. = Turbin Archimedes 1
- B. = Turbin Archimedes 2
- C. = Pulley 1
- D. = Pulley 2
- E. = Buck – Boost converter 13,6V
- F. = SCC (Solar Controller Charger)
- G. = Buck – Boost converter 5V
- H. = Buck – Boost converter 20V
- I. = Baterai 12V 7Ah
- J. = Extend USB 20V
- K. = Extend USB 5V
- L. = Voltmeter DC
- M. = Voltmeter DC
- N. = Display kapasitas Baterai
- O. = Lampu 12V

Debit Air

Debit air dapat dihitung dengan persamaan (Amri dan Mahalla, 2021)

$$Q = \frac{v}{t} \quad Q = V \times A' \quad (1)$$

$$V = D/t$$

$$A' = l \times d$$

Keterangan :

V = kecepatan aliran rata rata (m/det)

Q = Debit Air (l/s)

v = Volume (m³)

A' = luas penampang basah (m²)

t = Waktu (s)

D = jarak (m)

l = lebar sungai (m)

d = kedalaman sungai(m)

Debit sungai

Untuk mencari debit air diambil dari persamaan (1) dan dilakukan 3 kali percobaan yang hasilnya akan di hitung rata rata dengan persamaan sebagai berikut

$$\text{Rata rata } Q = \frac{Q_{total}}{\text{jumlah percobaan}} \quad (2)$$

Daya Hidrolis

Dalam hal ini daya hidrolis diperoleh dari daya air yang dihasilkan oleh sungai.(Prayogi, 2022)

$$Ph = \rho \cdot g \cdot Q \cdot h \quad (3)$$

Ph = Daya hidrolis (Watt)

ρ = Massa jenis fluida/air (kg/m³)

Q = Debit air (m³/s)

g = Gaya gravitasi (m/s²)

h = Head atau tinggi air jatuh (m)

(Ardika, dkk, 2019)

Daya Output Turbin Dan Generator

Untuk menghitung daya generator dan daya turbin pada head konstan :

Daya Generator :

$$Pg = V_L \times I_L \quad (4)$$

Dimana :

V_L = Tegangan Beban (V)

I_L = Arus Beban (I)

Dari analisa data, diperoleh daya keluaran turbin dengan persamaan : (Salam dan Mahmuddin, 2021)

Daya Turbin :

$$NTA = \frac{Pg}{\eta G} \quad (5)$$

Dimana :

NTA = daya keluaran Turbin

ηG = efisiensi Generator (80%)

Untuk mencari efisiensi pada turbin dapat menggunakan persamaan :

$$\eta_{TA} = (P_g)/(P_h) \times 100\% \quad (6)$$

Dimana:

P_g = Daya generator

η_{TA} = Efisiensi Turbin

(Febiansyah dan Novtrianda, 2022)

Pengisian Baterai

Metode Slow Charging

Metode pengisian *slow* merupakan pengisian dengan 10% arus masuk dari total arus yang dimiliki baterai. Total arus yang dimiliki baterai adalah 7 Ah, jadi minimal arus yang digunakan untuk metode *slow charging* adalah 0,7A. Pelepasan pada baterai 7 Ah membutuhkan arus untuk pengisian *slow charging* adalah 10% yaitu 0,7 A.

Metode Fast Charging

Metode pengisian *fast* merupakan pengisian dengan 40% arus masuk dari total arus yang dimiliki baterai. Total arus yang dimiliki baterai adalah 7 Ah, jadi maksimal arus yang digunakan untuk metode *fast charging* adalah 2,8A. Pelepasan pada baterai 7 Ah membutuhkan arus untuk pengisian *fast charging* adalah 40% yaitu 2,8A dan dapat di hitung waktu pengisian waktu pengisian dengan persamaan :

Lama Pengisian (jam) =

$$(\text{kapasitas bateraiAh/arusAh}) + ((20/100) \times (\text{kapasitas baterai/ arus pengisianAh})) \quad (7)$$

(Penentuan Kapasitas Baterai dan Pengisiannya pada Mobil Listrik et al., 2019)

Hasil Dan Pembahasan Mengetahui Perbandingan Daya Menggunakan 1 Turbin dan 2 Turbin Dengan Beban Lampu 10 Watt

Dengan debit konstan = 12,5 l/s = 0,0125m³/s Sesuai dengan persamaan (3) didapatkan daya hidrolisis sebesar 12,206 Watt



Gambar 5. Perbandingan tegangan, arus pengujian 1 turbin dan perbandingan tegangan, arus pengujian 2 turbin

Pada Gambar 5 adalah hasil uji coba untuk mengetahui perbandingan daya yang dihasilkan

menggunakan 1 turbin dan menggunakan 2 turbin. Dilakukan dengan menguji yang pertama menggunakan 1 turbin dan yang kedua menggunakan 2 turbin. Kedua perbandingan hasilnya akan didapatkan arus dan tegangan yang nantinya akan dihasilkan perbedaan efisiensi turbin, manakah yang lebih efisien menggunakan 1 turbin atau 2 turbin.

Tabel 2. Hasi Perbandingan dengan beban sama 10 watt

Menggunakan 1 Turbin	Menggunakan 2 Turbin
Sesuai dengan persamaan (4)	Sesuai dengan persamaan (4)
$NG = 0,754$ watt	$NG = 1,12$ watt
Sesuai dengan persamaan (5)	Sesuai dengan persamaan (5)
$NTA = 0,9425$ watt	$NTA = 1,4$ watt
Sesuai dengan persamaan (6)	Sesuai dengan persamaan (6)
$\eta_{TA} = 7,7\%$	$\eta_{TA} = 11,46\%$

Dari data pada Tabel 2, pengukuran dan perhitungan di dapatkan bahwa menggunakan 2 buah turbin daya yang dihasilkan lebih besar dan untuk efisiensi lebih besar.

Pada perancangan pertama saat pengujian dilakukan pada sungai kecil dengan debit 73,6 l/s. Sesuai dengan Gambar 6, alat dilakukan dengan langsung di letakkan didalam sungai.



Gambar 6. Pengujian di sungai

Tabel 3. Data Hasil Pengujian Di Sungai

	n t	n G	I in SCC	V G	Q l/s	Vabb
Sebelum beban SCC	74	170,2	0	5,5	73,6	13,5
Saat beban SCC	46,5	107	0,2	2,7	73,6	12,6

Pada Tabel 3 didapatkan data, dan waktu pengisian sesuai dengan persamaan nomor (7).

Dengan debit air sungai 73,6 l/s dan baterai 7 Ah diperlukan waktu pengecasan selama 42 Jam sampai baterai terisi penuh.

Pada pengujian selanjutnya akan dilakukan di sungai dengan debit berbeda, tetapi terdapat kendala sulitnya mencari sungai karena beberapa sungai di daerah sekitar debit airnya sangat kecil dan tidak bisa digunakan untuk pengujian. Untuk mengatasi masalah tersebut dilakukan modifikasi pada turbin dengan menambahkan pipa PVC. Pipa tersebut diletakkan untuk menutupi kedua turbin, sehingga supaya air dapat menghantam kedua turbin. Pada Gambar 7 pipa PVC tersebut sebagai penutup seluruh turbin dengan tujuan agar aliran air semuanya dapat menghantam ke turbin. Pengujian selanjutnya dilakukan dengan bantuan pompa air diesel dan dapat di atur debitnya sebagai perbedaan yang dihasilkan.



Gambar 7. Modifikasi turbin menggunakan pipa

Pengujian Dengan Turbin Melalui Pipa Pada Debit Pertama

Dengan $Q = 6,41 \text{ l/s}$

Tabel 4. Data Hasil Pengujian Bebit Pipa Pertama

	nt	nG	I in SCC	Pa	VG	Vabb
Sebelum beban SCC	62,17	143	0	0	7,1	13,5
Saat beban SCC	52,17	120	0,1	0	2,9	12,5

Dimana :

nt = kecepatan Turbin (Rpm)

nG = kecepatan Generator (Rpm)

I in SCC = Arus masuk kedalam SCC (A)

Pa = tekanan Air (bar)

VG = Tegangan Generator (V)

Vabb = Tegangan keluar *auto buck boost* (V)

Pada Tabel 5 didapatkan data, dan waktu pengisian sesuai dengan persamaan nomor (7). Dengan debit air sungai 6,41 l/s dan baterai 7 Ah diperlukan waktu pengecasan selama 84 Jam sampai baterai terisi penuh.

Pengujian Dengan Turbin Melalui Pipa Pada Debit Kedua

Dengan $Q = 8,064 \text{ l/s}$

Tabel 5. Data Hasil Pengujian Debit Pipa Kedua

	nt	nG	I in SCC	Pa	V G	Vabb
Sebelum beban SC	98,69	227	0	0	8,2	13,5
Saat beban SCC	58,26	134	0,22	0	3	12,5

Pada Tabel 5 didapatkan data, dan waktu pengisian sesuai dengan persamaan nomor (7). Dengan debit air 8,064 l/s dan baterai 7 Ah diperlukan waktu pengecasan selama 38 Jam sampai baterai terisi penuh

Pengujian Dengan Turbin Melalui Pipa Pada Debit Ketiga

Dengan $Q = 9,868 \text{ l/s}$

Tabel 6. Data Hasil Pengujian Debit Pipa Ketiga

	nt	nG	I in SCC	Pa	VG	Vabb
Sebelum beban SCC	124,7	287	0	0	9,3 1	13,5
Saat beban SCC	63,9	147	0,26	0	3	12,5

Pada Tabel 6 didapatkan data, dan Waktu pengisian sesuai dengan persamaan nomor (7). Dengan debit air 9,868 l/s dan kapasitas baterai 7 Ah dibutuhkan waktu pengisian selama 32,3 Jam sampai baterai terisi penuh.

Pengujian Dengan Turbin Melalui Pipa Pada Debit Keempat

Dengan $Q = 14,42 \text{ l/s}$

Tabel 7. Data Hasil Pengujian Debit Pipa Keempat

	nt	nG	I in SCC	Pa	VG	Vabb
Sebelum beban SCC	139,1	320	0	0	11, 4	13,5
Saat beban SCC	64,7	149	0,31	0	3,2	12,6

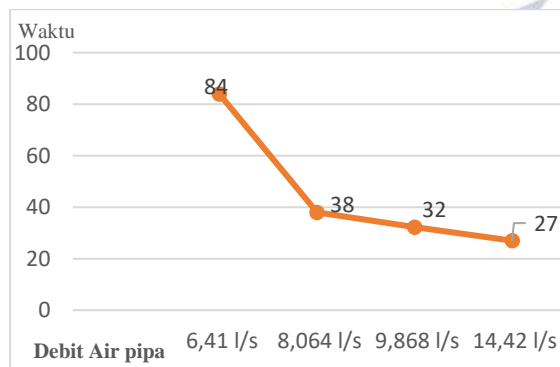
Pada Tabel 7 didapatkan data, dan waktu pengisian sesuai dengan persamaan nomor (7). Dengan debit air 14,42 l/s dan kapasitas baterai 7 Ah

dibutuhkan waktu pengisian selama 27 jam sampai baterai terisi penuh.

Perbedaan Debit Dan Lama Waktu Pengecasan

Tabel 8. Perbedaan Lama Pengisian Jam

	Debit sungai 73,6 l/s	Debit pipa 6,41 l/s	Debit pipa 8,064 l/s	Debit pipa 9,868 l/s	Debit pipa 14,42 l/s
Lama pengecasan (jam)	42	84	38	32,3	27



Gambar 8. Grafik perbedaan lama pengecasan

Dari hasil uji coba yang telah dilakukan, sesuai dengan Tabel 8 dan Gambar grafik nomor 8 didapatkan nilai yaitu pada debit air pipa sebesar 6,41 l/s didapatkan hasil pengecasan baterai selama 84 jam, debit air pipa sebesar 8,064 l/s didapatkan hasil pengecasan baterai selama 38 jam, debit air pipa sebesar 9,868 l/s didapatkan hasil pengecasan baterai selama 32 jam, debit air pipa sebesar 14,42 l/s didapatkan hasil pengecasan baterai selama 27 jam.

PENUTUP

Kesimpulan

Pada perancangan ini menggunakan 2 buah turbin yang berfungsi menggerakkan generator dengan besaran 550 watt yang akan di salurkan tegangannya ke Solar Charger controller dengan distabilkan dahulu melalui auto buck boost converter dengan setting tegangan 13,6V yang berfungsi penaik dan menurunkan tegangan baik tegangan dari generator sebesar 7-8 atau lebih besar dari settingan volt. Supaya dapat mengisi kedalam Baterai 12V 7Ah. Dan juga berfungsi sebagai penurun tegangan sebesar 5volt dari baterai ke beban charger handphone dan untuk penaik tegangan sebesar 20volt sebagai charger laptop.

Dengan persamaan yang sudah ada sesuai perhitungan didapatkan hasil pada debit air yang paling cepat mengisi batrei yakni air sebesar 14,42

l/s didapatkan hasil pengecasan baterai selama 27 jam. Semakin besar debit yang menggerakkan turbin maka semakin besar pula daya yang dihasilkan generator dan semakin cepat untuk menyimpan energi ke baterai 12V 7Ah.

Dengan hasil perhitungan debit air sungai maksimal sebesar 73,61 l/s , daya hidrolisis sebesar 71,869 watt dan daya output turbin 34,5 dengan efisiensi turbin 48%, didapatkan pengisian pada batrei selama 42 jam dengan beban 0,2A yang dihasilkan sesuai besaran debit air sungai

Saran

Peneliti berharap pada penelitian selanjutnya dapat melanjutkan dan mengoptimalkan Alat ini supaya bisa lebih baik lagi hasilnya, entah itu dari segi mekanik atau dari segi komponen elektroniknya. Pada pembuatan turbin disarankan menggunakan bahan yang lebih tebal dan kuat yaitu lempengan besi. Dan melakukan perbedaan menggunakan 1 turbin dan menggunakan 2 turbin, sesuai perhitungan. Supaya mengetahui mana yang lebih efisien menggunakan 1 turbin atau 2 turbin

Menguji komponen yang sudah dirakit dengan menjalankan sistem kelistrikannya dahulu agar mengetahui apakah ada komponen yang tidak berjalan dengan semestinya supaya dapat mencegah terjadinya kerusakan pada alat

Daftar Pustaka

Amri. Ulil, Zulfikar, Dan Mahalla. 2021. *Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro (Pltph) (Analisis Daya Beban Ouput Pada Generator)*. Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Lhokseumawe, Jurnal Tektro, Volume 5 Nomor 1, 100.

Ardika. I Kadek.Agus, Weking. Antonius. Ibi, Dan Jasa. Lie. 2019. *Analisa Pengaruh Jarak Sudu Terhadap Putaran Turbin Ulir Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro*. Majalah Ilmiah Teknologi Elektro. Volume 18, Nomor 2.

Eka. Wuri. Dimas. 2020. *Rancang Bangun Power Bank Portable Dengan Menggunakan Sel Surya Dan Vertical Axis Wind Turbine Disertai Sistem Kompas*. Universitas Medan Area.

Andhika. Dherry. Riski, Haitullah, Dan Vanessa. Medeline. Citra. 2021. *Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro Menggunakan Turbin Archimedes Screw Bilah Lima dengan Sistem Pengontrolan Inlet Air dan Monitoring Berbasis IoT*. Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. 1–86.

- Febiansyah. Millen, Dan Novtrianda. Enaya. Kafka. Garuda. 2022. *Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro di Embung Pelangi UII*. Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
- Nugraha. Andy, Ramadhan. Muhammad. Nizar, Syarief. Akhmad, Dan Adianto. Dwi. Suci. 2022. *Analisis Kinerja Turbin Archimedes Screw Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro*. Elemen : Jurnal Teknik Mesin, Volume 9, Nomor 1, 48–56.
- Prayogi. Muhammad. Ridho. 2022. *Studi Eksperimental Kinerja Turbin Archimedes Screw Sebagai Pembangkit Listrik Ramah Lingkungan*. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Rahmawaty, Suherman, Dharma. Surya, Dan Sai'in. Ali. 2022. *Kajian Eksperimental pada Turbin Screw Archimedes Skala Kecil*. Jurnal Rekayasa Mesin, volume 17, Nomor 1. 95-102.
- Salam. A. Aswin, Dan Mahmuddin Magister, 2021. *Karakteristik Daya Dan Efisiensi Turbin Archimedes Screw Terhadap Head Konstan Yang Diuji Pada Saluran Tertutup*. Jurnal Teknik Mesin, Universitas MusIndonesia. Volume 3, Nomor 2, 31–37.
- Santoso. Luthfi. Iqbal, Dan Samodrawati. 2022. *Rancang Bangun Stasiun Pengisian Daya Baterai Smartphone Berbasis Panel Surya*. Seminar Nasional TREN D, Universitas Jayabaya, Nomor 2, 135–143.
- Fitriadi. Dwi. 2010. *Analisis Charging Station Berbasis Arduino Menggunakan Solar Cell 50 WP*. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Susanti. Indah, Rumiasih, Dan Firmansyah. RS. Carlos. Firmansyah. Anton. 2019. *Analisa Penentuan Kapasitas Baterai Dan Pengisiannya Pada Mobil*. Politeknik Negeri Sriwijaya Volume 4 Nomor 2. 29 - 37
- Suyanto. M, Syafrudin, Nugroho. Anas Cahyo, Eko. Prasetyono, Dan Subandi. 2021. *Perancangan sistem Pembangkit Listrik Pico Hydro Putaran Rendah Menggunakan Turbin Screw*. Journal of Electrical Power Control and Automation, Volume 4 Nomor 1.