

RANCANG BANGUN MONITORING SUDUT KEMIRINGAN PAPI (PRECISION APPROACH PATH INDICATOR) MENGGUNAKAN NODEMCU BERBASIS IOT (INTERNET OF THINGS)

Farid Iqbal Hidayat¹, Fiqqih Faizah², Ahmad Musadek³

^{1,2,3}Politeknik Penerbangan Surabaya Jl. Jemur Andayani I/73, Surabaya 60236

Email: faridiqbal20@gmail.com

Abstrak

Turbin air tipe ulir adalah salah satu tipe turbin air yang berpotensi untuk pembangkit listrik skala kecil yang ramah lingkungan. Jenis turbin yang dipakai dalam penelitian ini menggunakan jenis turbin *screw* dimana jenis turbin ini konstruksinya mudah, memiliki efisiensi yang tinggi dan beban yang diterima tidak terlalu besar.

Dalam penelitian ini digunakan air tandon dan jetpump untuk mengalirkan air menuju generator. putaran generator menjadi penentu untuk hasil output tegangan yang diharapkan. Rancang bangun pembangkit listrik tenaga air ini menggunakan mikrokontroler arduino nano dan sensor ACS712 dan sensor tegangan, Pembuatan pembangkit listrik tenaga air ini dengan menggunakan generator bldc ini sebagai bentuk menyempurnakan penelitian sebelumnya dengan perubahan terhadap monitoring dan generator yang digunakan serta sistem charging menuju baterai dan Inverter untuk beban listrik AC.

Kata kunci: Pembangkit Listrik Tenaga Air, Generator DC, Arduino

Abstract

The screwtype water turbine is one type of water turbine that has the potential for small-scale electricity generation that is environmentally friendly. The type of turbine used in this study uses a screw turbine type where this type of turbine is easy to construct, has high efficiency and the load received is not too large.

In this study, water reservoirs and jet pumps were used to drain water to the generator. generator rotation is the determinant for the expected output voltage. The design of this hydroelectric power plant uses an Arduino nano microcontroller and ACS712 sensors and voltage sensors. The manufacture of this hydroelectric power plant using this BLDC generator is a form of perfecting previous research with changes to the monitoring and generator used as well as the charging system to the battery and inverter for AC power load.

Keywords : Hydropower, DC Generator, Arduino

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki potensi besar dalam energi terbarukan, khususnya tenaga air. Jika debit dan head air cukup tinggi, maka potensi energi air dapat dimanfaatkan dengan baik. Kemungkinan ini banyak dimanfaatkan baik oleh PLN (Perusahaan Listrik Negara) maupun swasta. Energi listrik merupakan energi yang sangat penting yang diperlukan untuk memenuhi berbagai kebutuhan kehidupan. Di Indonesia, tenaga listrik dibangkitkan oleh berbagai pembangkit listrik seperti PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Angin), PLTU (Pembangkit Listrik Tenaga Uap), PLTP (Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi), PLTG (Pembangkit Listrik Tenaga Gas), PLTD (Pembangkit Listrik bertenaga diesel). PLTD, PLTU dan PLTG membutuhkan bahan bakar minyak, ketersediaan bahan bakar minyak semakin berkurang dan harganya relatif tinggi, sedangkan PLTP dan PLTA hanya dapat dibangun di wilayah tertentu, sehingga menjangkau pengguna membutuhkan sistem transmisi yang relatif lama.

Kebutuhan listrik saat ini dirasakan sangat penting baik untuk kebutuhan domestik maupun modern. Ini adalah perkembangan bertahap sementara unit zaman energi saat ini hanya mengalami sedikit peningkatan yang menentukan. Potensi ini kurang dimanfaatkan karena keterbatasan inovasi turbin dalam pemanfaatan energi. Untuk pengangkatan dan pelepasan sedang hingga tinggi, Pelton, Francis, Kaplan, dan Crossflow saat ini sangat mengandalkan turbinnya. Indonesia memiliki potensi yang besar, namun masih sulit untuk berkembang dalam hal head yang rendah. Rencana

tersebut bergantung pada pasokan listrik yang terbatas di daerah-daerah terpencil, tetapi tidak ada head drop di dekat daerah-daerah ini, tetapi ada banyak tenaga air. Jadi potensi daya hidup harus dibuat menggunakan energi air dengan head rendah. Kemampuan konversi energi air ini membutuhkan turbin yang luar biasa, salah satunya adalah turbin ulir. Fitur standar turbin ulir ini mengandalkan rangka siphon ulir yang dapat mengangkat air dari sungai ke permukaan.

Turbin sekrap pada dasarnya berbeda dari siphon sekrap. Bahkan jika jumlah perpindahannya kecil, air dengan kepala tertentu menggerakkan turbin sekrap, yang terhubung ke generator untuk menghasilkan listrik. Ini menyangkut perencanaan dan pengujian turbin sekrap sebagai pembangkit listrik.

Turbin ulir adalah jenis turbin air yang baru dipelajari dalam dekade terakhir dan merupakan aplikasi dari teori ulir Archimedes. Keunggulan turbin ulir antara lain kemampuan beroperasi pada head rendah ($H < 10$ m), tidak memerlukan pipa berkecepatan tinggi, pemasangan dan perawatan mudah, tidak membahayakan ekosistem sungai, ramah ikan. termasuk (David Kilama Okot, 2013). Turbin ulir merupakan salah satu jenis turbin reaksi yang dapat digunakan dengan head rendah (Elbatran AH et al. 2014). Energi kinetik dan potensial dari aliran air diubah menjadi energi mekanik di bilah heliks, menghasilkan rotasi poros tubular. Energi ini ditransmisikan dalam generator dan diubah menjadi energi listrik. Berat jenis air dalam sudu yang memutar benang. Dengan asumsi tidak ada kerugian, semua energi potensial dalam aliran dapat mencapai efisiensi maksimum 100% (Müller Gerald 2009).

Beberapa peneliti telah mengembangkan pekerjaan mereka pada sekrap Archimedes.

Untuk ini, rasio area optimal adalah jumlah bilah dan rasio radius ($R1/R0$) = 0,54. Berdasarkan ini, saya menyederhanakan teori sekrop Archimedes. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa efisiensi turbin screw-hi dipengaruhi oleh geometri dan flow loss. Selanjutnya Nuembergk Dirk M., Rorres (2013) mempertimbangkan kemungkinan kebocoran aliran pada celah antara ulir dan silinder luar (casing) dan kemungkinan kelebihan air di tengah pipa. Model analisis aliran masuk untuk turbin sekrop telah diperkenalkan.

Berdasarkan beberapa penelitian tersebut, penulis tertarik untuk membuat solusi alat dan mengembangkan sistem pembangkit listrik sesuai judul.

**“RANCANG BANGUN
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
AIR MINI DENGAN SISTEM SCREW
TURBINE “
TEORI SINGKAT**

1. Arus Sungai

Pasang surut adalah perkembangan badan air, yang arahnya datar atau vertikal. Aliran adalah perkembangan sebagian besar air sungai searah dengan aliran menuju hilir atau muara. Faktor yang mempengaruhi aliran, terutama hambatan utama, gaya Coriolis, berlawanan dengan ketebalan (Wibisono, 2005).

Tekanan angin di sepanjang permukaan laut mendorong lapisan permukaan, dan perkembangan permukaan ini mendorong lapisan bawah, dll., dan aliran keluar mencapai kedalaman air 100 hingga 300m. Momen hasil adalah evolusi

seragam massa air laut yang terkait dengan kenaikan dan penurunan permukaan laut.

2. Energi Aliran Fluida

Sebuah kerangka akan memiliki energi, jika kerangka tersebut dapat menangani bisnis. Dengan demikian berapa banyak energi akan bergantung pada ukuran kerangka dalam mengurus bisnis. Bagaimanapun, ketika suatu energi dibingkai, itu tidak dapat dinyatakan, tetapi sangat baik dapat diubah menjadi satu jenis energi lagi. Ada berbagai jenis energi yang ada di alam, khususnya energi kinetik, energi potensial, tenaga nuklir, energi listrik, dll.

Pada fluida yang mengalir terdapat beberapa bentuk energi, yakni antara lain :

- Energi fisik Energi ini disebabkan oleh gerakan fluida, dan besarnya energi ini dapat diukur dari massa fluida dan kecepatan fluida yang bergerak.
- energi potensial Energi potensial dihasilkan oleh posisi suatu benda saat benda cair. Besarnya energi ini sangat tergantung pada massa fluida dan ketinggian referensi yang diberikan oleh Persamaan.
- Energi tekanan fluida Energi tekanan ini dihasilkan dalam volume tertentu dari aliran yang dihalangi oleh bidang yang diberikan oleh persamaan .

3. Turbin Screw

Turbin ulir merupakan kebalikan dari kemampuan siphon ulir. Siphon sekrop itu sendiri dikembangkan oleh seorang peneliti Yunani, yang lebih dari 21 abad sebelumnya dan hingga saat ini siphon ini masih digunakan. Pada awalnya Archimedes membuat siphon ini sepenuhnya bertujuan untuk menghilangkan air dari dalam perahu. Kemudian Archimedes sendiri merombak siphon ini untuk digunakan dalam mengangkat air dari sungai.



5. Buck Converter

Konverter buck adalah konverter DC-DC jenis buck atau konverter step-down untuk pengaturan tegangan. Konverter buck dapat menghasilkan nilai tegangan keluaran kurang dari atau sama dengan tegangan masukan. Konverter ini terdiri dari MOSFET (saklar aktif) dan dioda (saklar pasif). Untuk tegangan operasi yang lebih rendah, saklar pasif dapat diganti dengan saklar aktif untuk mengurangi kehilangan daya yang terjadi.



Gambar 2.3 Buck Converter

4. Generator DC

Generator DC adalah perangkat untuk elektromekanika dinamis yang dapat mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Dimana generator nyata mensuplai arus searah (DC). Menurut Mallett (2013) bahwa ada dua jenis mesin DC, yaitu mesin speaker terpisah yang spesifik, dan mesin self-enhancing. Mesin self-intensifying meliputi: mesin seri, mesin shunt dan mesin kompon yang merupakan campuran dari mesin seri dan mesin shunt. Sementara generator pada dasarnya adalah sesuatu yang sangat mirip, tetapi yang sering digunakan adalah generator yang berbeda. Kualitas mesin penambah yang berbeda adalah bahwa arus eksitasi tidak bergantung pada sumber tegangan yang menyediakannya. Putaran jangkar akan berkurang dengan asumsi gaya bertambah kedua.



Gambar 2.2 Generator DC

6. Sensor ACS712

ACS712 adalah sensor arus efek Hall. The Hall Effect Allegro ACS712 adalah sensor arus AC atau DC presisi untuk membaca arus dalam sistem industri, otomotif, komersial, dan komunikasi. Secara umum aplikasi sensor ini biasanya digunakan untuk kontrol motor, pendeteksi beban listrik, catu daya mode aktif, proteksi beban lebih, dan bentuk fisik dari sensor arus ACS712.



Gambar 2.4 Sensor ACS712

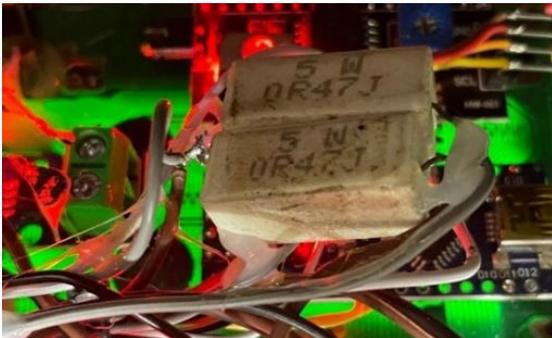
9. Inverter DC-AC

Joule thief adalah penguat tegangan osilasi minimalis yang kecil, berbiaya rendah dan mudah dibuat. Joule thief biasanya digunakan untuk menggerakkan

beban kecil seperti lampu led atau dinamo DC. Cara kerja joule thief adalah mengubah dari tegangan DC menjadi AC. Oleh karena itulah joule dijuluki sebagai inverter mini. Komponen dari joule thief sendiri yaitu resistor, transformator kecil dan transistor.

7. Sensor Tegangan

Modul sederhana namun sangat berguna yang menggunakan pembagi tegangan untuk mengurangi tegangan input. Ini memungkinkannya untuk digunakan sebagai input ke mikrokontroler analog untuk memantau voltase yang jauh lebih tinggi daripada yang dapat dideteksi. Misalnya, jika rentang input analog adalah 0V hingga 5V, Anda dapat mengukur tegangan hingga 25V. Modul ini juga mencakup terminal yang mudah digunakan untuk koneksi kabel yang mudah dan aman.



Gambar 2.5 Sensor Tegangan

8. LCD (*Liquid Crystal Display*)

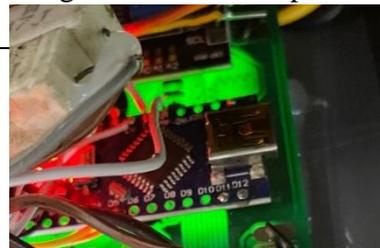
LCD atau layar kristal cair adalah jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair untuk membuat gambar dan karakter yang terlihat. Teknologi *Liquid Crystal Display* (LCD) banyak digunakan pada produk seperti layar laptop, layar ponsel, layar kalkulator, layar jam digital, layar multimeter, monitor komputer, televisi, layar permainan portabel, layar pengatur suhu digital, dan produk lainnya. Telah. Produk elektronik lainnya.



Gambar 2.6 LCD

10. Arduino Nano

Arduino adalah tahap pendaftaran aktual open source. Yang paling penting, penting untuk mengetahui bahwa "platform" di sini adalah Arduino



bukan hanya sebuah instrumen perbaikan, itu adalah campuran dari peralatan canggih, bahasa pemrograman dan Incorporated Improvement Climate (IDE). IDE adalah produk yang mengasumsikan bagian vital direkam sebagai program hard copy,

mengumpulkannya menjadi kode berpasangan dan mentransfernya ke dalam memori mikrokontroler Arduino Nano.



Baterai adalah perangkat yang terdiri dari setidaknya satu sel elektrokimia dengan asosiasi luar yang diberikan untuk menggerakkan perangkat listrik, misalnya, lampu sorot, telepon, dan kendaraan listrik. Pada saat baterai memasok daya listrik, terminal positif adalah katoda dan terminal negatif adalah anoda. Terminal negatif yang diuji adalah sumber elektron yang berjalan melalui rangkaian di luar terminal positif. Ketika baterai digunakan dengan beban listrik eksternal, reaksi redoks mengaktifkan sepenuhnya reaktan berenergi tinggi untuk memecah elemen energi, membuat rangkaian energi bebas kontras dengan energi listrik.

Gambar 2.7 Arduino Nano

11. Arduino IDE

Arduino IDE mewakili Iklim Kemajuan Terkoordinasi, atau dalam bahasa dasarnya adalah iklim terkoordinasi yang digunakan untuk perbaikan. Disebut iklim karena melalui produk inilah Arduino disesuaikan untuk menjalankan peran yang dimasukkan melalui struktur bahasa pemrograman. Arduino menggunakan bahasa pemrograman sendiri terlihat seperti bahasa C.

Gambar 2.9 Arduino IDE

12. Baterai

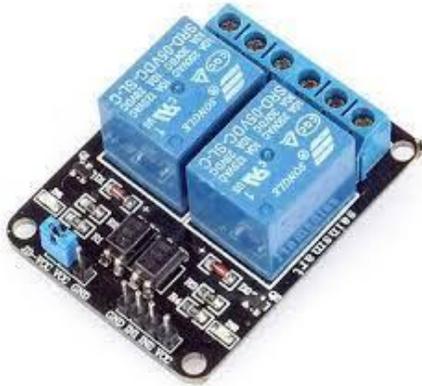


Gambar 2.10 Baterai

13. Relay

Relay adalah sebuah saklar yang dikendalikan oleh arus. *Relay* memiliki sebuah kumparan tegangan rendah yang dililitkan pada sebuah inti. Terdapat sebuah

armatur besi yang akan tertarik menuju inti apabila arus mengalir melewati kumparan. *Armatur* ini terpasang pada sebuah tuas berpegas. Ketika *armatur* tertarik menuju inti, kontak jalur bersama akan berubah posisinya dari kontak. Biasanya tertutup untuk kontak yang biasanya terbuka (Turang, 2015).



Gambar 2.11 Relay

METODE PENELITIAN

a. Desain Penelitian

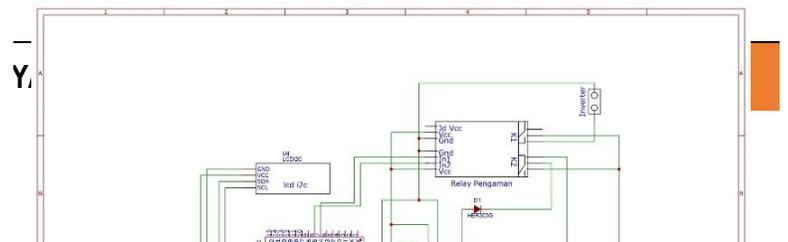
Pada bab ini akan dijelaskan rancangan dan perangkat yang akan digunakan untuk membuat Rancang bangun pembangkit listrik tenaga air mini dengan sistem *screw turbine*.

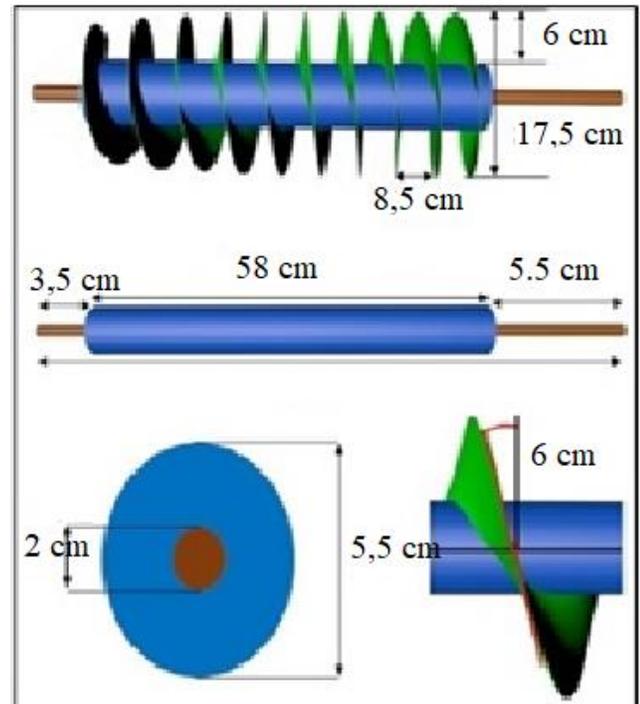
b. Perancangan Alat

Pada perancangan sistem terdapat Turbin *Screw* Generator yang digunakan untuk menghasilkan listrik yang berasal dari gerak, sensor arus untuk mengetahui arus yang dihasilkan oleh Turbin *Screw* Generator, sensor tegangan untuk mengetahui tegangan yang dihasilkan oleh Turbin *Screw* Generator. Setelah itu data masuk ke Arduino dan diolah, lalu aliran listrik masuk ke Baterai yang berfungsi sebagai penyimpan daya listrik DC. Dari Baterai lalu diubah daya listriknya dari DC menjadi AC agar bisa digunakan untuk mengganti listrik pada lampu



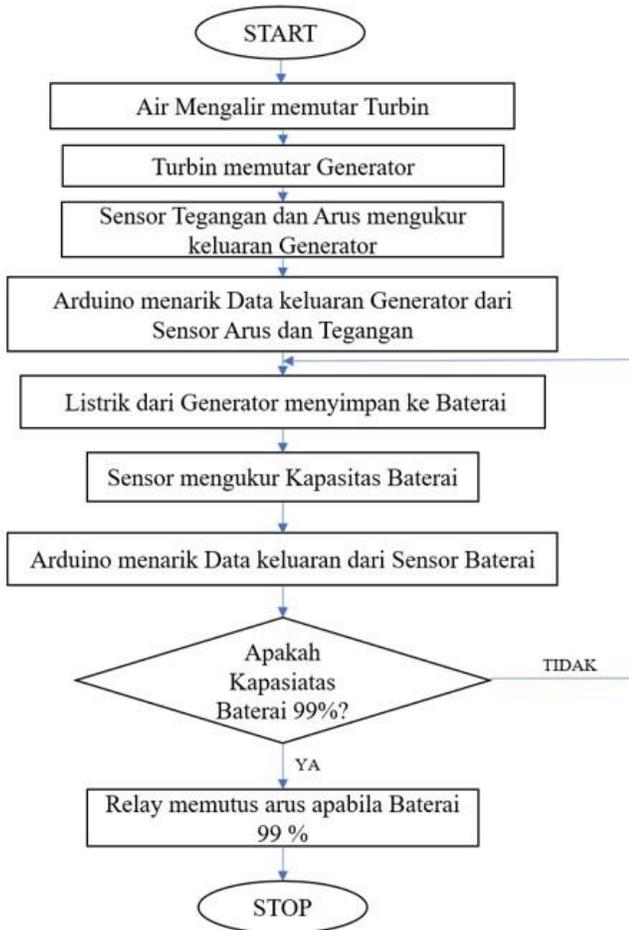
Gambar 3.2 Diagram Blok Alat





Gambar 3.4 Bentuk & Ukuran Turbin

Gambar 3.3 Wiring Diagram Alat



Gambar 3.4 Diagram Flowchart



Gambar 4.1 Sistem Alat Keseluruhan

HASIL PENELITIAN

Bab ini menjelaskan pengujian rencana sistem yang dibuat pada bab sebelumnya. Pengujian ini dilakukan untuk menentukan kinerja sistem dan untuk memverifikasi bahwa sistem dibuat sesuai rencana.

Turbin Screw

Tabel 4.1 Hasil pengujian Turbin

SUMBER AIR	DEBIT AIR	KECEPATAN AIR	RPM	KETERANGAN
Air Tandon	4,6 m ³ /s	1 l/s	0	Bukaan kran ¼
	6,3 m ³ /s	1,6 l/s	0	Bukaan kran ½
	9,2 m ³ /s	2,1 l/s	16,5	Bukaan kran ¾
	11,4 m ³ /s	2,6 l/s	32,3	Bukaan kran I
SUMBER AIR	DEBIT AIR	KECEPATAN AIR	RPM	KETERANGAN
Air Jet Pump	32,7 m ³ /s	7,4 l/s	155,4	10 detik
	33,4 m ³ /s	7,7 l/s	204,2	15 detik
	34,1 m ³ /s	8,2 l/s	208,7	20 detik
	34,5 m ³ /s	8,2 l/s	216,3	25 detik

.Analisis:

setelah dilakukan pengujian pada turbin *screw* penulis mendapat hasil yang ditulis di tabel diatas, dapat diambil kesimpulan bahwa turbin *screw* pada alat ini dapat bekerja dengan baik dan mendapatkan perbedaan pada tekanan air yg didapat dari air tandon maupun dari jet pump sehingga hasil pada jet pump lebih berputar kencang daripada dari air tandon.

Generator DC

Tabel 4.2 Hasil pengujian Air tandon

Waktu (S)	Putaran Generator (RPM)	Debit Air (l/m)	Kecepatan Air (m ³ /s)	Tegangan Output (V)	Arus Output (A)
10	27,3	11,3 m ³ /s	1,8 l/s	0 V	0 A
15	29,5	11,7 m ³ /s	2 l/s	0 V	0 A
20	30,1	12,1 m ³ /s	2,2 l/s	0 V	0 A
25	32,7	12,5 m ³ /s	2,2 l/s	0 V	0 A

Tabel 4.3 Hasil pengujian JetPump

Waktu (S)	Putaran Generator (RPM)	Debit Air (l/m)	Kecepatan Air (m ³ /s)	Tegangan Output (V)	Arus Output (A)
10	156,4	31 m ³ /s	7,2 l/s	12,08 V	0,61 A
15	201,2	33 m ³ /s	7,8 l/s	12,08 V	0,37 A
20	207,7	34 m ³ /s	8,0 l/s	12,11 V	0,85 A
25	214,3	34,4 m ³ /s	8,4 l/s	12,13 V	0,85 A

Analisis :

Data terukur dari kecepatan alternator terhadap waktu yang diukur dengan takometer pada setiap beberapa waktu dapat dilihat pada tabel diatas. Dari hasil pengukuran kecepatan generator

menunjukkan perbedaan putaran dan output dari setiap waktunya, pada saat menggunakan air keluaran tandon kecepatan putaran turbin tidak bisa menghasilkan pembangkitan

Pada tabel diatas menunjukkan bahwa kecepatan Generator 156,6 Rpm menghasilkan tegangan output DC 12,08 Volt pada waktu 10 detik. Dan pada waktu 25 detik kecepatan 214,3 Rpm tegangan output DC 12,13 Volt, maka semakin tinggi putaran rotor (Rpm) maka semakin tinggi outputnya.

Buck Converter

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Buck Converter

Uji Ke-	Tegangan Input (VDC)	Tegangan Output (VDC)
1	12,96 V	12,16 V
2	12,93 V	12,16 V
3	12,98 V	12,14 V
4	12,94 V	12,15 V
5	12,88 V	12,13 V
6	12,84 V	12,15 V

Analisis :

Dari hasil pengujian disimpulkan bahwa buck converter bekerja dengan baik. Hal ini dibuktikan dengan tegangan output yang keluar dari pin Vin yaitu sebesar 5 VDC. Selain itu, indikator LED buck converter juga menunjukkan bahwa mikrokontroler bekerja dengan baik.

Arduino Nano

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Arduino Nano

No	Pengujian	Keterangan
1.	Pengujian Arduino dengan LCD	Bekerja dengan baik
2.	Pengujian Arduino dengan Sensor Arus ACS712	Bekerja dengan baik
3.	Pengujian Arduino dengan Sensor Tegangan	Bekerja dengan baik
4.	Pengujian Arduino dengan Relay	Bekerja dengan baik

Analisis :

Dari hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa Arduino Nano bekerja dengan sempurna. Hal ini dibuktikan dengan tegangan melalui Arduino-nya yang rata-rata 4,9 VDC. Anda juga dapat melihatnya melalui layar LED pada Arduino Nano yang menunjukkan *mikrokontroler* masih berfungsi dengan baik. Pada pengujian arduino nano dilakukan dengan pengujian dengan beberapa komponen yang telah terhubung dengan arduino, seperti sensor arus ACS712, sensor tegangan, relay, dan LCD. Dari hasil pengujian arduino nano sudah dapat berfungsi dengan baik, seperti pengukuran arus dan tegangan, tampilan pada LCD, dan sistem kontrol pada relay.

Sensor Arus ACS712

Tabel 4.6 Hasil Pengujian ACS7112

No	Percobaan	Arus yang diamati (I)
		LCD
1	Pertama	0,61 A
2	Kedua	0,37 A
3	Ketiga	0,85 A
4	Keempat	0,85 A
5	kelima	0,61 A

Analisis :

Dari rangkaian pengujian di atas tabel yang adalah menunjukkan hasil yang baik pada sensor arus. Maka dapat disimpulkan sensor arus ini masih bekerja dengan baik

Sensor Tegangan

Tabel 4.7 Hasil Pengujian sensor Tegangan

No	Percobaan	Tegangan yang diamati (V)
		LCD
1	Pertama	12,08 V
2	Kedua	12,08 V
3	Ketiga	12,11 V
4	Keempat	12,13 V
5	kelima	12,13 V

Analisis :

Dari rangkaian pengujian di atas tabel tersebut menunjukkan hasil pada sensor tegangan, Maka dapat disimpulkan sensor arus ini masih bekerja dengan baik.

Inverter DC-AC

Analisis :Tabel 4.8 Hasil Pengujian Inverter

Dari tabel pengujian terhadap Inverter didapatkan data nilai output tegangan dari Inverter terhadap tegangan yang diinginkan adalah 220VAC sedangkan yg didapat dari tegangan outputnya belum sampai 220VAC.

Pengujian Sistem Keseluruhan

Tabel 4.9 Hasil Pengujian Tandon

SUMBER AIR	DEBIT AIR	KECEPATAN AIR	RPM TURBIN
AIR TANDON	11,3 m3/s	1,8 l/s	27,3
	11,7 m3/s	2 l/s	29,5
	12,1 m3/s	2,2 l/s	30,1
	12,5 m3/s	2,2 l/s	32,7
SUMBER AIR	TEGANGAN GENERATOR	ARUS GENERATOR	V OUT BUCK CONVERTER
AIR TANDON	0 V	0 V	0 V
	0 V	0 V	0 V
	0 V	0 V	0 V
	0 V	0 V	0 V
SUMBER AIR	V BATERAI	I BATERAI	V INVERTER
AIR TANDON	12,23 VDC	0,84 A	221 VAC
	12,19 VDC	0,71 A	221 VAC
	12,14 VDC	0,80 A	223 VAC
	12,05 VDC	0,93 A	222 VAC
SUMBER AIR	I INVERTER	V BEBAN	I BEBAN
AIR TANDON	0,64 A	221 VAC	0,64 A
	0,86 A	223 VAC	0,86 A
	0,72 A	222 VAC	0,72 A
	0,81 A	222 VAC	0,81 A

Tabel 4.10 Hasil Pengujian JetPump

SUMBER AIR	DEBIT AIR	KECEPATAN AIR	RPM TURBIN
JET PUMP	32,2 m3/s	7,5 l/s	157,1
	33,1 m3/s	7,9 l/s	203,7
	34,7 m3/s	8,3 l/s	205,3
	34,9 m3/s	9,0 l/s	217,2
SUMBER AIR	TEGANGAN GENERATOR	ARUS GENERATOR	V OUT BUCK CONVERTER
JET PUMP	12,12 V	0,61 A	12,11 V
	12,17 V	0,57 A	12,14 V
	12,19 V	0,71 A	12,16 V
	12,21 V	0,66 A	12,19 V
SUMBER AIR	V BATERAI	I BATERAI	V INVERTER
JET PUMP	12,03 VDC	0,84 A	220 VAC
	12,16 VDC	0,71 A	221 VAC
	12,21 VDC	0,80 A	223 VAC
	12,27 VDC	0,93 A	222 VAC
SUMBER AIR	I INVERTER	V BEBAN	I BEBAN
JET PUMP	0,54 A	220 VAC	0,54 A
	0,81 A	221 VAC	0,81 A
	0,72 A	223 VAC	0,72 A
	0,86 A	222 VAC	0,86 A

Analisis :

Pengujian secara keseluruhan dilakukan setelah semua komponen terintegrasi menjadi sebuah sistemnya itu alat Pembangkit Listrik Tenaga air mini. Pengujian ini dilakukan dengan memanfaatkan energi aliran dari air. Turbin *Screw* yang telah terhubung pada komponen diletakkan dibawah aliran air sedangkan komponen lainnya dibawah dari turbin tersebut. Energi gerak yang dihasilkan oleh turbin tersebut akan diubah menjadi listrik arus searah, tegangan output generator bergantung pada kecepatan putar turbin.

Karena tegangan yang dihasilkan tidak konstan, maka rangkaian *Buck Converter* akan bekerja menjaga agar tegangan tetap konstan yaitu jika tegangan dibawah 12V, rangkaian buck yang akan

menurunkan tegangan dengan mengatur frekuensi agar lebih rendah. Selain *Buck Converter* juga terdapat Rangkaian relay untuk meregulasi tegangan agar tidak melebihi 13V. akan menjaga tegangan tidak melebihi pada 13V agar tidak merusak baterai saat pengisian ulang.

Awalnya *mikrokontroler Arduino* akan membaca tegangan baterai, jika tegangan baterai sebelum terbebani dibawah 12 V maka mikrokontroler akan mengaktifkan relay agar dapat bekerja mengalirkan arus ke baterai. Saat proses pengisian ulang, mikrokontroler tetap membaca tegangan. Data tersebut dikirim ke lcd untuk menampilkan tegangan baterai . Pada lcd, data dapat di monitoring. Output sistem adalah sumber tegangan AC 220V yang diinvert oleh inverter DC-AC. Pada pengujian ini beban yang digunakan adalah Lampu 4 watt.

Kekurangan dan Kelebihan Alat

Dalam rancang bangun *prototype* pembangkit listrik tenaga air yang telah direncanakan oleh penulis, terdapat kekurangan dan kelebihan yang dimiliki pada alat tersebut. Antara lain sebagai berikut :

Kelebihan Alat

1. Pembangkit listrik tenaga air ini sudah dilengkapi dengan sistem monitoring berbasis mikrokontroler Arduino yang hasilnya ditampilkan di LCD.

2. Tegangan yang dihasilkan sudah bisa disimpan kedalam baterai.
3. Sistem pembangkit ini sudah dilengkapi inverter agar beban dengan sumber tegangan AC dapat digunakan.

Kekurangan Alat

1. Alat ini masih menggunakan generator skala kecil. Putaran turbin tidak maksimal sehingga keluaran tegangan dari generator tidak terlalu besar.
2. Alat ini belum bisa monitoring arus dan tegangan dilakukan dengan jarak jauh.
3. Alat ini kemiringan turbin masih tetap, belum bisa untuk bervariasi dari sudut turbin.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian setiap komponen, ada beberapa poin kesimpulan yang akan dijelaskan sebagai berikut :

1. Pembuatan rancang bangun pembangkit listrik tenaga air ini yang terbuat dari besi dan pipa pvc, menghubungkan generator , merangkai dan menghubungkan komponen yang terdiri dari Inverter, Arduino Nano, sensor ACS712, voltage sensor, LCD, Baterai, Buck Converter, dan lampu. Generator dapat berjalan dengan baik dengan menghasilkan tegangan sebesar 12,08 VDC dengan arus 0,61 A.
2. Pada Turbin alat ini dapat bekerja dengan baik dan mendapatkan perbedaan pada tekanan air yg didapat dari air tendon maupun dari

- jet pump. Turbin mulai berputar setelah mendapatkan aliran dengan kecepatan air 2,1 l/s, debit air 9,2 m³/s dan putaran turbin 16,5 rpm.
3. Generator DC dapat membangkitkan listrik pada putaran turbin 156,4 rpm, walaupun tidak terlalu kencang namun dapat mengisi baterai. Tegangan yang disimpan dalam baterai nantinya bisa digunakan untuk menyalakan lampu.
 4. Sensor ACS712 dan Voltage sensor dapat menghasilkan arus dan tegangan dengan baik, sehingga dapat dengan mudah mengetahui besaran arus dan tegangan yang dihasilkan. Proses monitoring dapat dilakukan secara langsung menggunakan LCD.
 5. Komponen Buck Converter dapat menstabilkan tegangan menjadi 5 VDC untuk menggunakan mikrokontroler dan komponen lainnya. Sehingga komponen tidak terbakar karena tegangan yang terlalu tinggi.

Saran

Menyadari penelitian ini yang berjudul “Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Air Mini Dengan Sistem *Screw Turbine*” masih memiliki banyak kekurangan. Maka dari itu perlu adanya pengembangan lebih lanjut. Dengan demikian penulis memberikan beberapa saran untuk pengembangan kedepannya, yaitu :

1. Desain turbin dapat disesuaikan kemiringannya supaya bisa diubah dengan beberapa percobaan agar putaran yang

dihasilkan maksimal dan generator bisa mengeluarkan tegangan yang lebih tinggi. Karena belum ada sensor kecepatan air, debit dan sensor rpm. Alat dapat ditambahkan sensor untuk mengetahui hasil dari kecepatan air, debit air dan rpm. Apabila untuk memperoleh hasil pembangkitan yang lebih besar, maka dapat dilakukan penambahan kapasitas baterai dan generator DC.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agustini, T., Jumarang, I. M., & Ihwan, A. (2013). *Simulasi Pola Sirkulasi Arus Di Muara Kapuas Kalimantan Barat*. Pontianak: Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Tanjungpura, Pontianak; .
- [2] Gunawan, A., P. I. A., Wijayanto, A., & Kurniawan, A. (2010). *MAKALAH TEKNIK TENAGA LISTRIK “DC Generator”*. Depok: EKSTENSI TEKNIK ELEKTRO UNIVERSITAS INDONESIA.
- [3] Havendri, A., & Arnif, I. (2010). *KAJI EKSPERIMENTAL PENENTUAN SUDUT ULIR OPTIMUM PADA TURBIN ULIR UNTUK DATA PERANCANGAN TURBIN ULIR PADA PUSAT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (PLTMH) DENGAN HEAD RENDAH*. Palembang: Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM).
- [4] Juliana, P. I., Weking, I. A., & Jasa, L. (2018). *Pengaruh Sudut Kemiringan Head Turbin Ulir dan Daya Putar Turbin Ulir dan Daya Output Pada*

Pembangkit . Badung: Majalah Ilmiah
Teknologi Elektro, Vol. 17, No. 3.

- [5] Nugroho, D. (2016). *RANCANG BANGUN NON FIXED BLADE ANGLE TURBIN SCREW UNTUK OPTIMASI DAYA ALTERNATOR* . Surabaya: Jurusan Teknik Elektro Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- [6] Saefudin, E., Kristyadi, T., Rifki , M., & Arifin , S. (2017). *Turbin Screw Untuk Pembangkit Listrik Skala Mikrohidro Ramah Lingkungan*. Bandung: Jurusan Teknik Mesin, Institut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung .
- [7] Saroinsong, T., Thomas, A., & Mekel, N. A. (2017). *DESAIN DAN PEMBUATAN TURBIN ULIR ARCHIMEDES UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO*. Manado: Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Manado, PROSIDING SENTRINOV TAHUN 2017.
- [8] Turang, D. A. (2015). *PENGEMBANGAN SISTEM RELAY PENGENDALIAN DAN PENGHEMATAN PEMAKAIAN LAMPU BERBASIS MOBILE*. *Seminar Nasional Informatika (SEMNASIF)*, 1(1).
- [9] Widnyana, G. I., Weking, I. A., & Jasa, L. (2018). *Analisa Pengaruh Tekanan Air Terhadap Kinerja PLTMH dengan Menggunakan Turbin* . Badung: Majalah Ilmiah Teknologi Elektro, Vol. 17, No. 3,