

Internet Of Things

Pembangkit Listrik Mikohidro Turbin Air

1st Fa`iq Fahreza
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

faiqfahreza@student.telkomuniversity.ac.id

2nd M Ramdhan Kirom
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

mramdankirom@telkomuniversity.ac.id

3rd Indra Wahyudin Fathona
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

indrafathonah@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Penggunaan pembangkit listrik tenaga air kecil atau mikrohidro pada saat ini memang sudah dapat dijumpai diberbagai macam tempat, terutama di medan pedesaan, pegunungan dan di sekitar jalanan yang dimana infrastruktur pembangunan belum merata dan atau berkembang secara pesat. Salah satu solusi yang ditawarkan adalah dengan menginstalasi Turbin Air Archimedes sebagai instrument yang bertugas menjadi sumber listrik. Dengan menambahkan instrument monitoring *Internet of Things*(IoT) ke dalam turbin ini, dapat memudahkan dalam melakukan *maintenance* secara berkala. Dengan menggunakan mikrokontroler esp8266 dan menggunakan sensor PZEM-004t yang kemudian di salurkan kedalam aplikasi *Thingspeak* membuat system ini dapat dipantau secara langsung dan kapanpun. Pengukuran tegangan, arus dan daya telah dilakukan dengan menggunakan generator AC, dalam 7 kali pengukuran, didapatkan nilai error yang berada di bawah rentan 10%. Nilai ini cukup mendekati dengan nilai pengukuran yang dilakukan menggunakan multimeter. Sehingga, system IoT yang telah instalasi ke turbin mikrohidro memiliki kapabilitas untuk bekerja sebagai monitoring dari perubahan data.

Kata kunci— Mikrohidro, Generator, Internet of Things, maintenance

I. PENDAHULUAN

Penggunaan pembangkit listrik tenaga air kecil atau mikrohidro memang berkembang secara pesat, kita dapat menjumpai pengimplementasiannya di berbagai macam tempat, terutama di medan pedesaan, pegunungan dan di sekitar daerah yang dimana infrastruktur belum merata dan atau berkembang secara pesat seperti di Ibu Kota. Hal ini dapat dikarenakan, dengan adanya pemanfaatan lahan alam yang masih asri dimana air sungai mengalir dengan bersih, dan minim polusi udara. Di era saat ini, kebutuhan akan energi listrik sangat penting bagi kehidupan sehari-hari, sejajar dengan kebutuhan sandang, pangan, dan papan. Oleh karena itu, pengembangan energi terbarukan menjadi signifikan, dengan memanfaatkan sumber daya ini tersedia di lingkungan alam.

Dengan menggunakan turbin mikrohidro yang dimana sifat utamanya memanfaatkan alam untuk melakukan kerja system menjadi salah satu solusi untuk menanggulangi kebutuhan listrik di daerah daerah tertentu. Meskipun merupakan skala kecil yang merupakan sifat dari mikrohidro

juga, system ini memiliki potensi untuk menyediakan sumber energi listrik secara besar. Dengan memanfaatkan aliran air sebagai objek yang dibutuhkan sebagai penggerak ulir yang akan di proses oleh generator, kemudian menghasilkan sumber listrik yang dapat dikonsumsi warga setempat.

Kemudian, dengan *mengkombinasikan* dengan instrument monitoring IoT untuk memantau data yang dihasilkan oleh turbin dapat memudahkan dalam pengimplementasian. Dengan adanya pemantauan melalui IoT, *maintenance* dapat dilakukan secara efektif. Pemantauan ini dapat memengetahui adanya fluktuasi data keluaran dari system. Prinsip kerjanya berupa pengiriman data melalui internet yang dapat dilihat di *channel* yang terakit. Maka dari itu, penambahan system konektivitas juga menjadi poin penting yang perlu di tinjau sebelum pemasangan sistim IoT.

II. KAJIAN TEORI

A. Mikohidro

Penggunaan sumber daya energi terbarukan semakin mendapatkan perhatian yang serius di tengah-tengah masalah lingkungan dan ketidakpastian pasokan energi konvensional. Salah satu solusi yang semakin menarik adalah pemanfaatan sumber daya energi air melalui instalasi pembangkit listrik mikrohidro. Mikrohidro merupakan bentuk kecil dari pembangkit listrik tenaga air (PLTA) yang mampu menghasilkan energi listrik dengan kapasitas yang lebih rendah dibandingkan dengan PLTA skala besar. Meskipun skala mikro, teknologi ini memiliki potensi untuk menyediakan sumber energi yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Cara kerja mikrohidro mirip dengan pembangkit tenaga air yang lebih besar, seperti hidroelektrik skala besar. Aliran air dari sungai atau sumber air lainnya dialirkan melalui turbin atau roda air, yang kemudian menggerakkan generator untuk menghasilkan listrik. Tenaga air yang diubah menjadi energi mekanik oleh turbin akan diubah lagi menjadi energi listrik oleh generator [1].

B. Generator AC

Generator AC memiliki sejarah panjang dan peran yang krusial dalam menyediakan pasokan energi listrik yang andal, efisien, dan mudah didistribusikan. Penggunaan energi listrik telah menjadi bagian integral dari kehidupan modern. Salah

satu inovasi teknologi yang memainkan peran sentral dalam menghasilkan energi listrik adalah generator arus bolak-balik (AC). Putaran kincir turbin yang dihasilkan oleh aliran air mendorong poros turbin yang terhubung dengan generator. Poros turbin kemudian menggerakkan rotor generator yang menginduksi arus listrik AC pada kumparan stator generator. Arus listrik AC yang dihasilkan dapat digunakan untuk memasok listrik ke sistem yang membutuhkan, seperti rumah atau jaringan listrik. Dengan cara kerja ini, generator AC pada turbin Archimedes memberikan solusi efisien dalam menghasilkan energi listrik dari energi kinetik air [2].

C. Sensor PZEM-004t

Penggunaan Sensor PZEM-004T sebagai sensor yang berfungsi untuk alat pengukur listrik. Dengan salah satu kelebihanannya dapat menampilkan nilai tegangan, arus, daya, energi dan juga frekuensi listrik [3]. Pada penerapannya, modul ini digunakan untuk menampilkan penggunaan dalam ruangan (indoor) dan beban yang terpasang tidak melebihi kemampuan daya yang dapat dibaca dan ditransfer. Modul sensor PZEM-004T menggunakan current transformer model split core yang memiliki keunggulan yakni dapat langsung dipasang pada kabel jaringan listrik yang sudah terpasang tanpa harus melepas kabel listrik tersebut. [4].

D. Esp8266

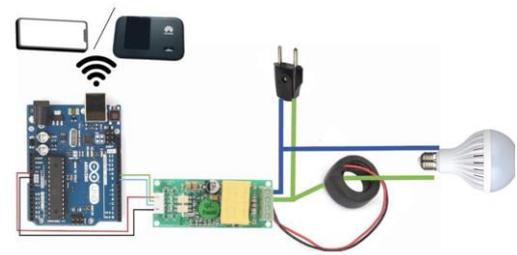
Penggunaan ESP8266 sebagai modul wifi yang berfungsi sebagai perangkat tambahan mikrokontroler agar dapat menghubungkan langsung dengan wifi dan membuat koneksi TCP/IP. Modul ini juga dilengkapi dengan prosesor, memori dan GPIO dimana jumlah pin bergantung dengan jenis ESP8266 yang akan digunakan. Modul ini memiliki kapabilitas untuk berdiri sendiri tanpa menggunakan mikrokontroler apapun karena sudah memiliki perlengkapan layaknya mikrokontroler [5].

E. Thingspeak

Penggunaan Thingspeak.com sebagai platform Internet of Things dibagian cloud yang dimana berkapabilitas untuk mengirim atau menerima suatu data dengan protokol komunikasi HTTP dan menampilkan nilai data melalui dashboard gratis yang telah diberikan. Thingspeak berfungsi sebagai instrument untuk menampilkan data yang berasal dari perangkat node berupa sensor-sensor yang sudah terhubung ke internet dan juga memungkinkan pengambilan data dari perangkat lunak untuk keperluan visualisasi, notifikasi, kontrol dan analisis historis data. Sifat dari ThingSpeak adalah saluran, yang berisi bidang data, bidang lokasi, dan bidang status. Setelah membuat saluran ThingSpeak, aplikasi dapat menulis data menuju saluran proses dan melihat hasil data melalui MATLAB.

F. Wiring

Pengintegrasian system IoT dibutuhkan untuk melakukan pemantauan dan pembacaan data, dengan mengintegrasikan system IoT dengan system generator dan system beban yang telah dijalankan, system IoT dapat bekerja sesuai apa yang telah di perintahkan dalam *source code*, wiring dari system iot seperti :



GAMBAR 1.
Wiring Sistem IoT

Pengimplementasian system IoT dilakukan dengan mikrokontroler Esp8266, dengan menggunakan sensor pzem 004t v3 sebagai sensor arus dan daya yang akan diintegrasikan dengan alat. Dengan memasang sistem IoT berdekatan dengan sistem turbin dan generator, sehingga modul sensor dapat membaca data yang keluar dari generator.

III. METODE

A. Metode Teoritis

Metode pengujian dapat dilakukan dengan membuat sistem kendali jarak jauh berbasis Arduino menggunakan modul WiFi ESP8266 yang telah terhubung pada saluran aplikasi Internet of Things Thingspeak, dengan melakukan *run* pada *source code* yang ada, pengimplementasian dari system IoT dapat berjalan.

B. Metode Pengujian Eksperimental

Pengujian IoT dilakukan dengan menghubungkan kabel yang terhubung dari lampu menuju generator dengan melewati modul sensor dari PZEM-004t yang telah di wiring dengan mikrokontroler esp8266. Wiring melalui sensor PZEM dilakukan dengan metode percabangan, hal ini dilakukan agar pengukuran arus tidak mengganggu pengukuran utama. Hal ini juga dilakukan untuk memberikan fleksibilitas dalam penambahan komponen sistem tanpa perlu memodifikasi jalur utama pengukuran. Kemudian, generator yang telah berputar akibat ulir yang berputar dikarenakan arus air, akan menghasilkan arus dan tegangan yang melaju ke lampu. Arus dan tegangan yang telah melewati modul sensor akan di baca yang kemudian data yang diukur dapat di tampilkan dalam bentuk tampilan di channel thingspeak. Output yang dihasilkan oleh sensor ini berbentuk digital dengan komunikasi serial UART.

C. Pengambilan Data

Pertama, langkah awal adalah membuat source code yang diperlukan untuk mengintegrasikan komponen-komponen perangkat menuju platform IoT. Source code ini akan berfungsi sebagai penghubung antara sensor sensor yang ada pada alat dengan platform Thingspeak. Dalam tahap ini, kecanggihan dan fungsionalitas alat IoT akan diprogram agar dapat mengirim data yang relevan ke platform. Selanjutnya, langkah kedua adalah melakukan pengujian alat yang akan dihubungkan melalui sensor-sensor. Pengujian ini melibatkan pengecekan apakah sensor-sensor berfungsi dengan baik dan dapat mengambil data secara akurat dari lingkungan sekitar. Setelah data terkumpul dari pengujian alat, langkah ketiga adalah menganalisis data yang telah didapatkan. Data ini akan dianalisis untuk mendapatkan

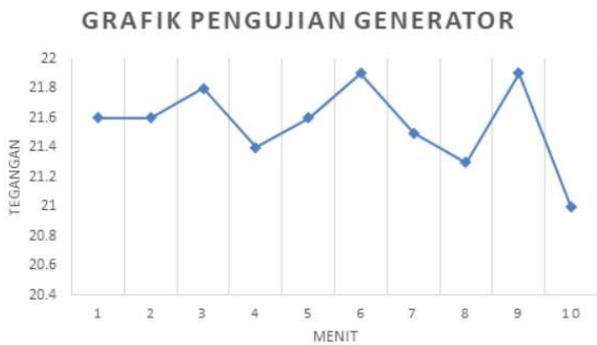
informasi dan wawasan yang berguna terkait kondisi lingkungan atau perangkat yang dipantau. Selanjutnya, hasil analisis ini akan diintegrasikan dengan platform Thingspeak sehingga data dapat ditampilkan secara visual dan dapat diakses dengan mudah oleh pengguna.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Generator



GRAFIK 1. Nilai Pengujian IoT



GRAFIK 2. Nilai Pnegujian Multimeter

Dari hasil kedua grafik tersebut, terlihat ada beberapa titiki nilai perbedaan diantara nilai pengujian IoT dengan nilai pengujian yang ditampilkan dalam multimeter. Maka dari itu, dapat diambil nilai error untuk data pengujian nilai IoT dengan menggunakan rumus:

$$Error = \frac{Selisih\ Nilai\ Pembacaan}{Nilai\ Multimeter} \times 100\%$$

Dengan selisih nilai pembacaan didapatkan dari nilai multimeter yang dikurangi nilai pembacaan IoT. Didapatkan untuk nilai error dari pengujian Generator:

IoT	Multimeter	Perhitungan	
1	21.3	21.6	-0.013888889
2	21.3	21.6	-0.013888889
3	21.6	21.8	-0.009174312
4	21.6	21.3	0.014084507
5	21.7	21.5	0.009302326
6	21.6	21.8	-0.009174312
7	21.8	21.6	0.009259259
8	21.5	21.4	0.004672897
9	21.5	21.3	0.009389671
10	21.7	21	0.033333333
	Error		0.003391559

TABEL 1. Nilai Error Pengujian Generator

B. Hasil Pengujian Beban



GRAFIK 3. Nilai Pengujian Beban 1

Pada pengujian beban 1 lampu, dapat dilihat bahwa ke 3 nilai dari keluarin cenderung constant di 10 titik. Dari data tersebut dapat diambil nilai error seperti :

TABEL 2. Nilai Error Pengujian Beban 1

	IoT		Multimeter		Perhitungan				
	Tegangan	Arus	Power	Tegangan		Arus			
1	14.46	0.39	4.98	14.3	0.34	4.86	0.011189	0.147059	0.024691



GRAFIK 4. Nilai Pengujian Beban 2

Pada pengujian beban 2 lampu, dapat dilihat bahwa ke 3 nilai dari keluaran cenderung constant di 10 titik. Dari data tersebut dapat diambil nilai error seperti :

TABEL 3.
Nilai Error Beban 2

	IoT		Multimeter			Perhitungan			
	Tegangan	Arus	Tegangan	Arus	Power	Tegangan	Arus	Power	
1	10.9	0.91	10.11	11.6	0.86	9.97	-0.06034	0.05814	0.014042
2	11.1	0.93	10.94	11.6	0.86	9.97	-0.0431	0.081395	0.097292



GRAFIK 5.
Nilai Pengujian Beban 3

Pada pengujian beban 3 lampu, dapat dilihat bahwa ke 3 nilai dari keluaran cenderung constant di 10 titik. Dari data tersebut dapat diambil nilai error seperti :

	IoT		Multimeter			Perhitungan			
	Tegangan	Arus	Tegangan	Arus	Power	Tegangan	Arus	Power	
1	11.91	1.22	15.09	11.58	1.29	14.83	0.028497	-0.05426	0.017532
2	12.04	1.31	15.21	11.58	1.29	14.83	0.039724	0.015504	0.025624

TABEL 4.
Nilai Error Beban 3



GRAFIK 6.
Nilai Pengujian Beban 4

Pada pengujian beban 4 lampu, dapat dilihat bahwa ke 3 nilai dari keluaran cenderung constant di 10 titik. Dari data tersebut dapat diambil nilai error seperti :

TABEL 5.
Nilai Error Beban 4

	IoT		Multimeter			Perhitungan			
	Tegangan	Arus	Tegangan	Arus	Power	Tegangan	Arus	Power	
1	11.59	1.4	20.18	10.89	1.8	19.6	0.064279	-0.22222	0.029592
2	11.96	1.42	20.21	10.89	1.8	19.6	0.098255	-0.21111	0.031122

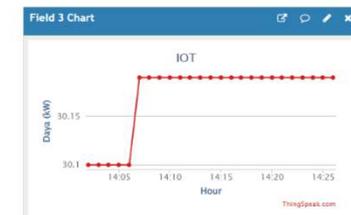


GRAFIK 7.
Nilai Pengujian Beban 5

Pada pengujian beban 5 lampu, dapat dilihat bahwa ke 3 nilai dari keluaran cenderung constant di 10 titik. Dari data tersebut dapat diambil nilai error seperti :

TABEL 6.
Nilai Error Beban 5

	IoT		Multimeter			Perhitungan			
	Tegangan	Arus	Tegangan	Arus	Power	Tegangan	Arus	Power	
1	11.15	2.41	25.13	10.57	2.36	24.94	0.054872	0.021186	0.007618
2	11.19	2.47	25.15	10.57	2.36	24.94	0.058657	0.04661	0.00842



GRAFIK 8.
Nilai Pengujian Beban 6

Pada pengujian beban 6 lampu, dapat dilihat bahwa ke 3 nilai dari keluaran cenderung constant di 10 titik, walaupun terdapat fluktuasi data. Dari data tersebut dapat diambil nilai error seperti :

TABEL 7.
Nilai Error beban 6

	IoT		Multimeter			Perhitungan				
	Tegangan	Arus	Tegangan	Arus	Power	Tegangan	Arus	Power		
1	10.33	2.92	30.1	10.3	2.9	29.87	0.002913	0.006897	0.0077	
2	10.33	2.92	30.1	10.3	2.9	29.87	0.002913	0.006897	0.0077	
3	10.33	2.92	30.1	10.3	2.9	29.87	0.002913	0.006897	0.0077	
4	10.34	2.92	30.1	10.3	2.9	29.87	0.003883	0.006897	0.0077	
5	10.34	2.92	30.1	10.3	2.9	29.87	0.003883	0.006897	0.0077	
6	10.34	2.92	30.19	10.3	2.9	29.87	0.003883	0.006897	0.010713	
7	10.34	2.92	30.19	10.3	2.9	29.87	0.003883	0.006897	0.010713	
8	10.34	2.92	30.19	10.3	2.9	29.87	0.003883	0.006897	0.010713	
9	10.34	2.92	30.19	10.3	2.9	29.87	0.003883	0.006897	0.010713	
10	10.33	2.95	30.19	10.3	2.9	29.87	0.002913	0.017241	0.010713	
Std Dev	0.005164	0.009487	0.047434				Error	0.003495	0.007931	0.009207
Rata rata	10.336	2.923	30.145							

Dari nilai diatas dapat diketahui bahwa, nilai error dari 10 entri percobaan ini adalah 0.003 untuk nilai tegangan kemudian 0.007 untuk nilai arus dan 0.009 untuk nilai daya.

Dan dapat diketahui juga untuk nilai deviasi standar 0.005 Volt, 0.009 Ampere, 0.047 Watt.

Maka hasil pengukuran berulang berdasarkan deviasi standar menghasilkan nilai yaitu

Tegangan : 10.33 ± 0.005

Arus : 2.923 ± 0.009

Daya : 30.14 ± 0.047

Dari grafik diatas monitoring IoT dilakukan selama kurang lebih 25 menit. Dalam jangka waktu tersebut didapat cukup banyak data yang konstan dalam 10 menit pertama, tetapi ada sedikit pelonjakan nilai di 10 menit berikutnya. Rentan nilai arus dalam pengujian monitoring selama 25 menit ini berada di $2.92A \sim 2.95A$. Kemudian, untuk rentan nilai tegangan berada di $10.34V \sim 10.31V$. Dan terakhir untuk rentan nilai daya berada di $30.1kW \sim 30.2kW$. Dengan nilai Error dari 7 kali pengujian dapat diketahui bahwa nilai error terbesar dari pengujian kali ini adalah sebesar ± 0.09 .

V. KESIMPULAN

Dapat disimpulkan bahwa kinerja IoT ini beroperasi menggunakan mikrokontroler esp8266 dan sensor PZEM-004t kemudian disalurkan ke aplikasi *Thingspeak* yang telah terhubung dengan generator dan turbin air yang bertugas sebagai pemberi tegangan dan selanjutnya akan dibaca data keluarannya dalam bentuk nilai serial komunikasi UART. Hal ini dapat di verifikasi dengan terjadinya pengiriman dan penerimaan data yang dilakukan secara bersamaan [6], yang dimana pembacaan data langsung dikirimkan kedalam saluran yang terhubung ke aplikasi *Thingspeak*. Dalam pengujian kali ini, nilai error berada di rentan $0.001 \sim 0.09$. Nilai ini cukup rendah dikarenakan nilai error untuk 7 kali

pengujian berada di bawah 10%. Maka dari itu, dapat disimpulkan bahwa pengintegrasian IoT untuk proyek Mikrohidro dengan menggunakan generator AC dapat dilakukan dengan efektif dengan mendapatkan nilai error yang kecil, yang berarti nilai dari IoT memiliki tingkat keakuratan yang cukup tinggi.

REFERENSI

- [1] B. L. ESDM, "pilot plan project energi hidro mikrohidro," *Mikrohidro*, 30 11 2011.
- [2] A. Muchta, "Prinsip Kerja Generator Listrik (AC dan DC) + Rangkaian," 2 10 2018. [Online]. Available: <https://www.autoexpose.org/2018/02/prinsip-kerja-generator-listrik.html>. [Accessed 10 08 2023].
- [3] UNIVERSITAS SEMARANG, "BAB 3 PERENCANAAN DAN ANALISA PERANCANGAN SISTEM IOT," in *SKRIPSI UNIVERSITAS SEMARANG*, Semarang, Universitas Semarang, 2022, pp. 40-42.
- [4] UMM, "BAB II TINJAUAN PUSTAKA," [Online]. Available: <https://eprints.umm.ac.id/94649/6/Bab%20II.pdf>. [Accessed 11 08 2023].
- [5] S. Samsugi, "Arduino dan Modul Wifi ESP8266 sebagai Media Kendali Jarak Jauh dengan antarmuka Berbasis Android," *Jurnal Teknoinfo*, pp. 3-4, 2018.
- [6] SAYUSWA, "Komunikasi Serial Arduino-NodeMCU ESP8266," *SAYUSWA*, 2023, 2023.