

PERANCANGAN SISTEM *MONITORING* TEGANGAN, ARUS DAN FREKUENSI PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO BERBASIS IOT

Muhammad Zaini¹,

Program Studi Teknik Elektro Universitas Nurul Jadid

Email: zaini241@gmail.com

Safrudin¹

Program Studi Teknik Elektro Universitas Nurul Jadid

Email: safrudin89@gmail.com

Moh. Bachrudin¹

Program Studi Teknik Elektro Universitas Nurul Jadid

Email: udintf06@gmail.com

ABSTRACTS : *The development renewable energy uses is increasing, including micro-hydro power plants. A micro hydro power plant technically works by utilizing the height of the water fall, water discharge and water pressure. This energy is converted into mechanical energy by rotating the turbine shaft, after which the mechanical energy on the turbine shaft is transferred to the transmission and then connected to a generator to be converted into electrical energy. Due to the power losses created and the time factor, a micro hydro power plant needs regular checking or monitoring. However, conventional micro hydro power plants are still checked manually. So from the above problems, research was carried out in the form of designing a monitoring system for voltage, current and frequency in micro-hydro power plants based on the Internet of Things (IoT). From the monitoring of voltage, current and frequency, it is hoped that the actions will be taken and when the maintenance will be carried out. This design is done by designing software and hardware. Hardware includes the ESP32 microcontroller board which is used to read and process voltage, current and frequency sensor data from the PZEM-004T v3 sensor module and remotely control solid state relay (SSR relay). Then, software design such as the Internet of Things (IoT) is carried out using the Ubidots platform and connected to the internet via a Wi-Fi connection for monitoring and notification via Telegram messages. In the monitoring system testing, notification and control of SSR relays were obtained from the results of sending data to Ubidots and the success of sending SSR relay notifications and controls. Data transmission, notification and SSR relay control has a 100% success.*

Keyword: *Internet of Things (IoT); SSR relay; PZEM-004T v3; PLTMH; Ubidots*

ABSTRAK: Perkembangan pemanfaatan energi baru dan terbarukan semakin meningkat, di antaranya pembangkit listrik tenaga mikrohidro. Pembangkit listrik tenaga mikrohidro secara teknik bekerja dengan memanfaatkan ketinggian jatuh air, debit air dan tekanan air. Dari energi tersebut diubah menjadi energi mekanik dengan memutar poros turbin, setelahnya energi mekanik pada poros turbin ditransfer menuju transmisi kemudian disambungkan dengan generator untuk kemudian diubah menjadi energi listrik. Karena adanya rugi-rugi daya yang tercipta dan faktor waktu, pembangkit listrik tenaga mikrohidro dibutuhkan pengecekan atau *monitoring* secara berkala. Namun pada pembangkit listrik tenaga mikrohidro konvensional masih dilakukan pengecekan secara manual. Maka dari permasalahan diatas dilakukanlah penelitian berupa perancangan sistem *monitoring* tegangan, arus dan frekuensi pada pembangkit listrik tenaga mikrohidro berbasis *Internet of Things* (IoT). Dari pemantauan tegangan, arus dan frekuensi tadi diharapkan mampu dianalisis tindakan apa yang akan dilakukan dan kapan akan dilakukan perawatan. Perancangan ini dilakukan dengan merancang perangkat lunak dan perangkat keras. Perangkat keras di antaranya *board* mikrokontroler ESP32 yang digunakan untuk membaca dan mengolah data sensor tegangan, arus dan frekuensi dari modul sensor PZEM-004T v3 dan mengontrol *solid state relay* (SSR relay) secara jarak jauh. Kemudian dilakukan perancangan perangkat lunak seperti *Internet of Things* (IoT) dengan menggunakan *platform* Ubidots dan dihubungkan ke *internet* melalui koneksi *Wi-Fi* guna *monitoring* dan notifikasi melalui pesan Telegram. Pada pengujian sistem *monitoring*, notifikasi dan kontrol SSR relay didapatkan dari hasil pengiriman data ke Ubidots dan keberhasilan pengiriman notifikasi dan kontrol SSR relay. Pengiriman data, notifikasi dan kontrol SSR relay memiliki keberhasilan sebesar 100%.

Kata Kunci: *Internet of Things (IoT); SSR relay; PZEM-004T v3; PLTMH; Ubidots*

PENDAHULUAN

Perkembangan pemanfaatan energi baru dan terbarukan bertambah tahun semakin meningkat, salah satu di antaranya ialah pembangkit listrik tenaga mikrohidro. Data dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral menyebutkan potensi pemanfaatan tenaga air di Indonesia sangat tinggi, yakni 75.000 megawatt (MW). Namun pemanfaatannya masih terealisasi sebesar 10,1% atau 7.500 megawatt dari seluruh potensi yang ada [1]. Pembangkit listrik tenaga mikrohidro merupakan pembangkit berskala kecil, daya yang dihasilkan kurang dari 200kw. Pembangkit listrik tenaga mikrohidro merupakan salah satu pemanfaatan energi baru dan terbarukan yang memiliki emisi atau dampak buruk terhadap lingkungan yang kecil. Pembangkit listrik tenaga mikrohidro memiliki konstruksi, biaya perawatan dan suku cadang yang relatif murah dari segi ekonomi dan mampu diterima baik oleh masyarakat [2]

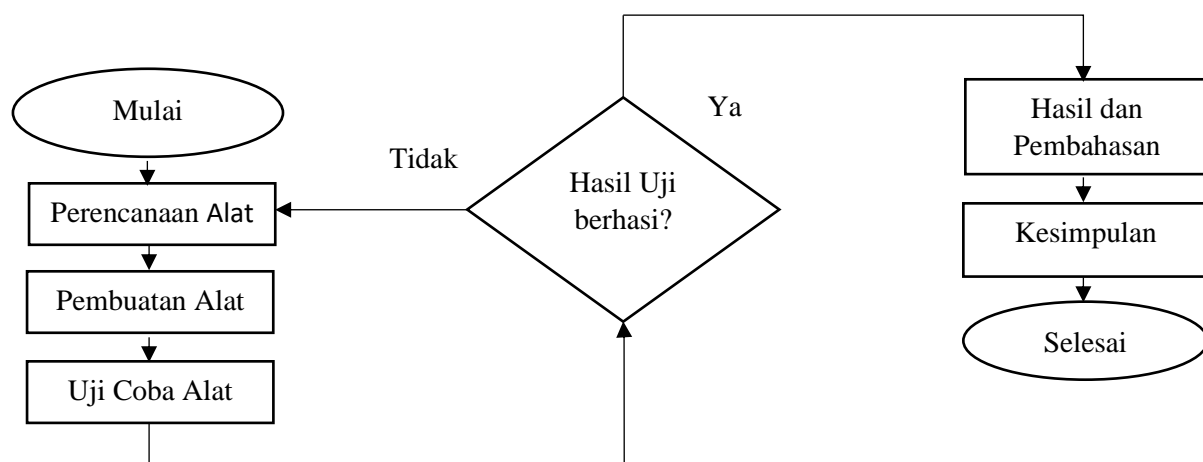
¹ Universitas Nurul Jadid, Karanganyar, Kecamatan Paiton, Kabupaten Probolinggo, Jawa Timur 67292

Pembangkit listrik tenaga mikrohidro secara teknik bekerja dengan memanfaatkan ketinggian jatuh air, debit dan tekanan air. Energi potensial air jatuh dari ketinggian yang berbeda dan memiliki debit serta tekanan diubah menjadi energi mekanik dengan menggerakkan poros pada turbin kincir. Poros turbin kincir disambung dengan rotor generator sehingga rotor mendapatkan energi mekanik dari poros turbin untuk kemudian dikonversi menjadi energi listrik oleh generator. Pembangkit listrik tenaga mikrohidro sangat berpotensi dan bermanfaat dibangun pada dataran tinggi atau daerah pegunungan, karena pada daerah-daerah tersebut memiliki ketersediaan air yang melimpah dan perbedaan ketinggian. Pembangkit listrik tenaga mikrohidro konvensional membutuhkan pengecekan atau pemantauan tegangan, arus dan frekuensi secara berkala guna mengambil tindakan untuk melakukan perawatan dalam waktu tertentu. Pengecekan atau *monitoring* yang dilakukan di pembangkit listrik tenaga mikrohidro pada umumnya masih secara manual, yakni mengunjungi pembangkit listrik tenaga mikrohidro dan melakukan pengecekan langsung yang membutuhkan waktu dan tenaga lebih untuk melakukannya. Selain itu pemutusan distribusi antara mikrohidro dengan beban/pengguna masih dilakukan secara manual, pemutusan ini harus dilakukan untuk menghindari kerusakan peralatan elektronik saat terjadi kenaikan/penurunan secara tiba-tiba atau bertahap pada referensi tegangan, arus atau frekuensi listrik yang dihasilkan mikrohidro. Dari uraian tersebut, dibutuhkan *monitoring* dan *controlling* secara cepat, tepat serta dapat diakses dari mana saja dan kapan saja dengan memanfaatkan perkembangan jaringan *internet*, salah satu konsep dari *internet* ialah *Internet of Things* atau biasa disingkat IoT. *Internet of Things* (IoT) merupakan konsep pengembangan dari *internet*, di mana sistem-sistem fisik (*Hardware*) dalam hal ini ialah mikrokontroler dihubungkan dengan jaringan internet [3].

Mikrokontroler merupakan sebuah alat pengontrolan berskala kecil dan merupakan satu sistem komputer yang pada hakikatnya sebagian besar elemennya dikemas dalam satu *Integrated Circuit* (IC) dan menjadi bagian dari sebuah *embedded system* (sistem yang didesain untuk melakukan satu atau lebih fungsi khusus secara *real time*) [4]. Dengan demikian, konsep IoT dapat diterapkan dalam merancang suatu alat yang berfungsi untuk membaca tegangan, arus dan frekuensi menggunakan sebuah sensor, kemudian data yang diterima oleh sensor diteruskan ke mikrokontroler untuk diolah menjadi sebuah data yang dapat dikirimkan melalui internet guna ditampilkan dalam sebuah *website* guna *monitoring* dan melakukan kontrol secara *realtime*, jarak jauh dan cepat. Sehingga diangkatlah penelitian berjudul, “Perancangan Sistem *Monitoring* Tegangan, Arus dan Frekuensi pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Berbasis IoT”.

METODOLOGI

Pada penelitian ini digunakan model pengembangan Prototipe. Model pengembangan ini mudah dipahami dan mempunyai tahapan yang sederhana, sehingga prosedur pengembangan sistem yang akan dibuat menjadi lebih jelas pada tiap tahapannya.



■ Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

1. Studi Literatur

Melakukan Kajian teori dengan membaca jurnal-jurnal relevan terdahulu, buku dan penelusuran daring sebagai acuan referensi dalam melakukan penelitian dan perancangan serta pengembangan guna mempermudah dan bisa mengembangkan penelitian sebelumnya, sehingga diharapkan mampu memberi hasil yang lebih baik dan bermanfaat.

2. Perencanaan Alat

a. Modul Sensor PZEM-004t v3

Modul PZEM-004T adalah sebuah modul sensor multifungsi yang berfungsi untuk mengukur daya, tegangan, arus dan energi yang terdapat pada sebuah aliran listrik. Modul ini sudah dilengkapi sensor tegangan dan sensor arus (CT) yang sudah terintegrasi [5]



■ **Gambar 2.** Modul Sensor PZEM-004t v3

Modul sensor ini memiliki rentang pengukuran tegangan sebesar 80-260 VAC dengan resolusi pengukuran 0,1 VAC serta keakuratan pembacaan sebesar 0,5%. Arus kerja pada modul sensor ini memiliki rentang pengukuran sebesar 0-100A dengan pembacaan awal senilai 0,02A. Modul sensor ini juga memiliki resolusi pembacaan sebesar 0,001A dengan keakuratan sebesar 0,5%. Pembacaan rentang frekuensi pengukuran frekuensi pada modul sensor ini sebesar 45-65Hz dengan resolusi sebesar 0,1Hz dengan keakuratan pembacaan sebesar 0,5% [6].

b. Mikrokontroler ESP32 Board

Merupakan *board* mikrokontroler yang memiliki *chip* 2,4 GHz *Wi-Fi*, selain itu *board* ini dilengkapi dengan *bluetooth* yang dirancang dengan TSMC ultra-daya rendah (Espressif, 2020). *Board* ini dikenalkan oleh Espressif System yang merupakan penerus dari *board* sebelumnya yakni ESP8266. *Board* ini memiliki beberapa keunggulan di antaranya memiliki daya pemakaian rendah, memiliki modul *Wi-Fi* yang sudah terintegrasi, serta memiliki *bluetooth* mode ganda dengan daya pemakaian rendah. *Board* ini kompatibel dengan teknologi *Internet of Things* (IoT) [7].



■ **Gambar 3.** ESP32 Board

■ **Tabel 1.** Spesifikasi ESP32 Board

Atribut	Detail
CPU	Tensilica Xtensa LX6 32bit <i>Dual-Core</i> di 160/240MHz
SRAM	520 KB
<i>FLASH</i>	2 MB
Tegangan	2.2 - 3.6 Vdc
Arus Kerja	rata-rata 80mA

Dapat diprogram	Ya (C, C++, Python, Lua)
Open Source	Ya
Pin I/O	
GPIO	32
SPI	4
I2C	2
PWM	8
ADC	18 (12-bit)
DAC	2 (8-bit)
Konektivitas	
Wi-Fi	802.11 b/g/n
Bluetooth	4.2 BR/EDR+BLE
UART	3

c. *Solid State Relay (SSR Relay)*

Solid state relay (SSR Relay) merupakan teknologi *relay* terbaru dimana *relay* ini tidak memiliki kontak yang bergerak seperti pendahulunya. Dalam pengoperasiannya, *SSR relay* tidak jauh berbeda dari *relay* mekanis yang memiliki kontak bergerak. *SSR relay* ini menggunakan teknologi *switching* semikonduktor, seperti thyristor, triac, dioda dan transistor [8].



■ **Gambar 4.** *SSR Relay*

d. *Platform Ubidots*

Ubidots merupakan *platform* dari *Internet of Things (IoT)* yang dapat mengelola perangkat secara bersamaan kemudian disimpan dalam bentuk data serta menampilkannya dalam bentuk grafik dimana data yang diterima berasal dari parameter sensor pada mikrokontroler dan disimpan pada penyimpanan *cloud* di Ubidots [9]. Ubidots dapat menkonfigurasi berupa tindakan dan notifikasi dalam bentuk *alert* berdasarkan data *realtime*. Ubidots memiliki fitur *application programming interface (API)* yang memungkinkan mikrokontroler yang terkoneksi *internet* dapat membaca dan menulis data ke Ubidots pada tiap-tiap fungsi fiturnya [10]



■ **Gambar 5.** *Dashboard Ubidots*

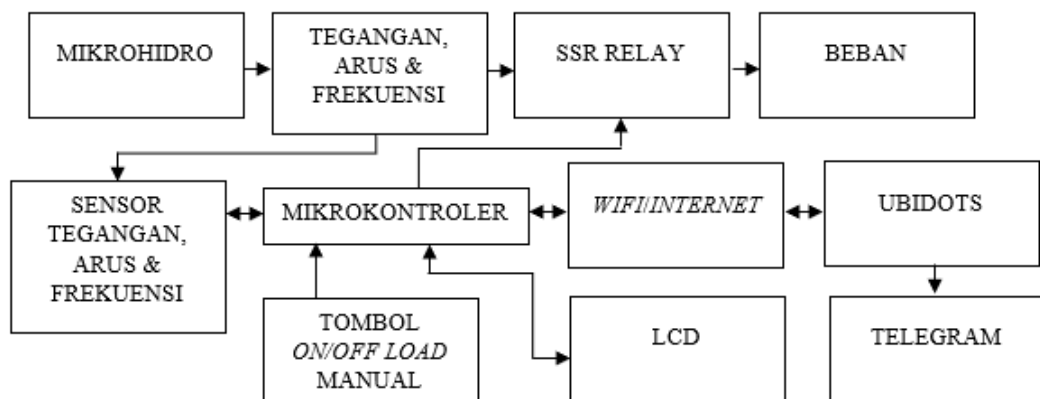
e. Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan salah satu bentuk pengembangan dari teknologi jaringan *internet*. IoT dapat digambarkan sebagai hubungan dari berbagai perangkat pintar, komputer pribadi, sensor, aktuator maupun perangkat lain yang terhubung melalui jaringan *internet* sehingga dapat menghasilkan informasi yang dapat diakses dan digunakan oleh manusia maupun sistem lainnya. IoT juga dapat diartikan sebagai suatu konsep dengan menempatkan objek-objek fisik yang dapat terkoneksi dengan jaringan *internet*, serta mampu mengidentifikasi secara otomatis melalui perangkat lainnya. Teknologi IoT dapat diterapkan untuk kebutuhan *monitoring*, kontrol dan otomatisasi [11].

3. Desain dan Pembuatan Alat

a. Diagram Blok

Diagram blok fungsional sistem yang dibuat pada perancangan penelitian ini secara umum dapat dilihat pada gambar berikut:

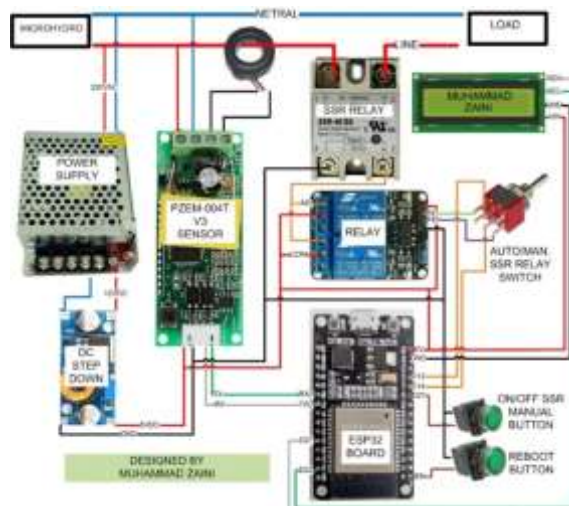


■ **Gambar 6.** Diagram Blok Fungsional

Besaran tegangan, arus dan frekuensi yang ada pada generator di pembangkit listrik tenaga mikrohidro dibaca oleh modul sensor PZEM-004t v3 kemudian diubah ke dalam data yang kemudian diolah oleh mikrokontroler ESP32. Data yang sudah diolah kemudian dikirim ke *database* Ubidots melalui *internet* menggunakan koneksi *Wi-Fi* yang sudah tertanam di *board* mikrokontroler ESP32 untuk kemudian diolah ke dalam tampilan yang bisa disesuaikan oleh pengguna di halaman Ubidots.

b. Wiring Keseluruhan

Perancangan *wiring* sistem adalah perancangan penyambungan *hardware* secara keseluruhan yang meliputi perancangan *wiring* sensor tegangan, arus dan frekuensi (PZEM-004T v3), perancangan *wiring* LCD, perancangan *wiring* solid state relay (SSR Relay), perancangan *wiring* tombol on/off load manual, perancangan *wiring* relay module dan perancangan *wiring* tombol *reboot*.



■ **Gambar 7.** Wiring Keseluruhan

c. Perancangan Tampilan *Monitoring* Pada Ubidots

Perancangan ini sebagai media *interface* antara alat dengan operator/user untuk *monitoring* serta melakukan kontrol dari jarak jauh dengan penghubung *internet*. Platform yang digunakan ialah Ubidots. Mulai dari membuat akun di *website* Ubidots hingga menyesuaikan tampilan sesuai yang diinginkan. Berikut merupakan tampilan awal dari Ubidots:



■ Gambar 8. Halaman Awal Ubidots

d. Perancangan Notifikasi/Alert via Telegram pada Ubidots

Ubidots memiliki fitur *events* yang dapat difungsikan menjadi notifikasi atau *alert* dalam bentuk kiriman *e-mail*, Telegram, *short message servise* (sms) dan panggilan telfon. Notifikasi ini akan dikirim dalam keadaan tertentu sebagaimana konfigurasinya. Untuk melakukan konfigurasi ini bisa dengan mengklik *events* pada *menu bar data* di halaman *dashboard*. Klik *create events* untuk membuat baru. Setelah itu pilih *variable* yang akan diatur dengan kondisi dan waktu tertentu terlihat pada Gambar 9.



■ Gambar 9. Konfigurasi Kondisi Untuk Notifikasi via Telegram

Setelah melakukan konfigurasi jenis *variable*, kondisi dan waktu, selanjutnya klik panah kanan untuk memilih *send* Telegram untuk mengirim notifikasi/alert dalam bentuk pesan Telegram. Selanjutnya memilih hari dan jam kapan *events* tersebut akan aktif. Setelah selesai klik centang untuk *finish*. Notifikasi akan dikirimkan jika memenuhi logika yang telah dikonfigurasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

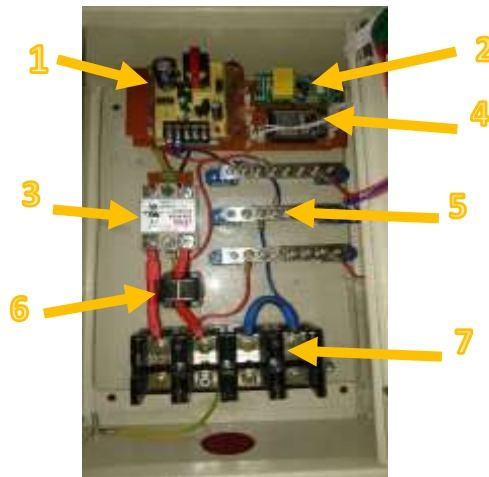
Pada penelitian ini untuk mengetahui kinerja dari perancangan alat dan pembuatan sistem yang telah dirancang sebelumnya, maka diperlukan pengujian dan pembahasan dari setiap komponen yang dirancang agar dapat berjalan dengan baik dan sesuai dengan yang diharapkan. Adapun realisasi alat pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 10 dan gambar 11, serta realisasi alat secara *real* pada gambar 12. Ukuran *box* panel yang dipakai memiliki dimensi 25x35x15 cm.



■ **Gambar 10.** Hasil Alat Tampak Luar

Keterangan :

1. *Pilot lamp* atau lampu indikator pembangkit listrik tenaga mikrohidro
2. *Pilot lamp* atau lampu indikator beban/pemakai/load
3. *Liquid crystal display*
4. *Pushbutton/tombol on/off load manual*
5. *Double pole double throw (DPDT Switch)*
6. *Push button reboot/restart system*



■ **Gambar 11.** Hasil Alat Tampak Dalam

Keterangan :

1. *Power supply, stepdown, relay module 2 channel*
2. *Sensor tegangan, arus dan frekuensi (modul pzem-004t v3)*
3. *Solid state relay (relay SSR)*
4. *ESP32 board*
5. *Busbar*
6. *Coil sensor arus*
7. *Terminal 100A 4p*



■ **Gambar 12.** Realisasi Alat Secara *Real*

Keterangan :

Alat dipasang dengan menempelkan pada tembok rumah pembangkit listrik tenaga mikrohidro di desa Blado Wetan, kecamatan Banyuwangi kabupaten Probolinggo, Jawa Timur. Pembangkit ini digunakan mulai jam 16.00-07.00 untuk memasok kebutuhan listrik pondok pesantren Nahdlatut Thalibin yang berada tidak jauh dari pembangkit listrik tenaga mikrohidro.

1. Hasil Pengujian Modul Sensor PZEM-004t v3

Pengujian ini bertujuan untuk mengukur kemampuan dan ketelitian modul sensor dengan parameter pembacaan ialah tegangan, arus dan frekuensi listrik. Pada pengujian ini dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan modul sensor yang ditampilkan pada *platform* Ubidots dan multimeter.

■ **Tabel 2.** Hasil Pengujian Pembacaan Tegangan

NO	Hasil Pembacaan Tegangan (VAC)		Selisih	<i>error</i> (%)
	PZEM-004T	Multimeter		
1	170,70	173,9	3,2	1,84
2	199,25	198,3	0,95	0,4
3	187,52	188,0	0,48	0,25
4	207,53	207,8	0,27	0,13
5	103,29	101,5	1,79	1,76
rata-rata				0,8

■ **Tabel 3.** Hasil Pengujian Pembacaan Arus

NO	Hasil Pembacaan Arus (I)		Selisih	<i>error</i> (%)
	PZEM-004T	Multimeter		
1	2,95	3,02	0,07	2,3
2	3,04	3,5	0,46	0,1
3	3,35	3,21	0,14	4,3
4	2,52	2,68	0,16	5,9
5	3,42	3,73	0,31	8,3
rata-rata				4,18

■ **Tabel 4.** Hasil Pengujian Pembacaan Frekuensi

NO	Hasil Pembacaan Frekuensi (Hz)		Selisih	error(%)
	PZEM-004T	Multimeter		
1	46,4	47	0,6	1,2
2	51	51	0	0
3	48,1	47	1,1	2,3
4	53,6	54	0,4	0,7
5	32,6	34	1,4	1,2
rata-rata				1,08

Dari data pada tabel 4.1, tabel 4.2 dan tabel 4.3 dapat diketahui hasil pengujian pembacaan modul sensor PZEM-004T v3 dan multimeter. Kemudian dapat ditarik jumlah besaran nilai *error* dari selisih pembacaan. Persentase *error* didapatkan dari pembagian nilai selisih pembacaan dengan nilai multimeter dan dikalikan 100%.

$$Error (\%) = \frac{\text{selisih nilai pembacaan}}{\text{nilai multimeter/avo}} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

2. Hasil Pengujian *Solid State Relay* (SSR *Relay*)

Pengujian *relay* ini bertujuan untuk mengetahui apakah berfungsi atau tidak. Pengujian ini dilakukan dengan cara memberi tegangan kerja pada *input signal SSR relay*, yakni 3-32 vdc. Sehingga diharapkan dapat diketahui apakah *relay* berfungsi baik atau tidak.

■ **Tabel 5.** Hasil Pengujian SSR *Relay* Secara *Offline*

Pengujian ke-	Besar Tegangan (vdc)	Kondisi <i>Relay</i>	Keterangan
1	0	OFF	Baik
2	1	OFF	Baik
3	2	OFF	Baik
4	3	ON	Baik
5	4	ON	Baik
6	5	ON	Baik
7	6	ON	Baik
8	7	ON	Baik
9	8	ON	Baik
10	9	ON	Baik

Dari data tabel 5 dapat disimpulkan bahwa SSR *relay* dapat bekerja dengan baik. Setelah melakukan pengujian SSR *relay* secara *offline* maka dilakukan pengujian SSR *Relay* secara *online* yakni dengan mengontrol dari Ubidot, adapun hasil pengujian seperti berikut.

■ Tabel 6. Hasil Pengujian SSR *Relay* Secara *Online*

Pengujian ke-	Nilai dari Ubidots	Kondisi <i>Relay</i>	Keterangan	<i>Delay</i> (S)
1	0	OFF	Baik	3
2	1	OFF	Baik	3
3	2	OFF	Baik	4
4	3	ON	Baik	4
5	4	ON	Baik	3
6	5	ON	Baik	3
7	6	ON	Baik	3
8	7	ON	Baik	3
9	8	ON	Baik	4
10	9	ON	Baik	4

Dari tabel 6 dapat diketahui bahwa pengontrolan SSR *relay* secara *online* dan jarak jauh bekerja dengan baik dan memiliki rata-rata *delay* 3,5 detik.

3. Hasil Pengujian Data *Monitoring* Pada Ubidots

Pengujian *platform* Ubidots dilakukan dengan mengirim dan *monitoring* data hasil pembacaan modul sensor PZEM-004T v3 yang diterima dari mikrokontroler melalui *internet of things* (IoT) pada *website* Ubidots. Nilai pembacaan akan terus diperbarui secara *real time*. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah perangkat keras telah terintegrasi dengan *platform* Ubidots dengan baik atau tidak.

■ Tabel 7. Data Hasil *Monitoring*

NO	Waktu		Hasil		
	Tanggal	Jam	Tegangan	Arus	Frekuensi
1	22/06/2020	17.22	170,70	2,95	46,4
2	22/06/2020	20.34	199,25	3,04	51
3	22/06/2020	21.50	187,52	3,35	48,1
4	23/06/2020	01.14	207,53	2,52	53,6
5	23/06/2020	19.09	103,29	3,42	32,6
6	23/06/2020	22.11	175	3,17	46,5
7	24/06/2020	04.11	205,34	2,02	52,8
8	24/06/2020	20.19	103,68	3,61	33
9	24/06/2020	22.54	114,21	3,67	34,7
10	25/06/2020	00.47	200,6	2,44	52,6
11	25/06/2020	16.29	192	2,07	50
12	25/06/2020	22.40	141,1	3,12	40,6

Dari tabel 7 diketahui hasil *monitoring* tegangan, arus dan frekuensi dengan jumlah pengambilan data tiga kali dalam 3 hari berturut-turut.

4. Hasil Pengujian Tampilan Halaman *Monitoring* pada Ubidots

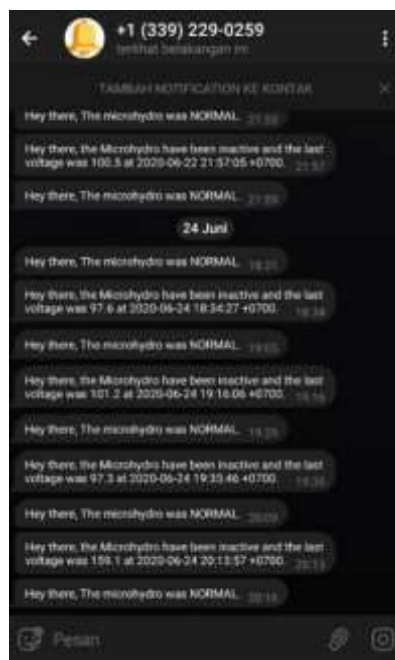
Pengujian tampilan pada *web* Ubidots bertujuan untuk mengetahui data sensor dalam tampilan grafik serta mengetahui kerja infrastruktur pada Ubidots telah berfungsi baik atau tidak. Pengujian ini dilakukan dengan menampilkan hasil data pembacaan sensor yang diterima Ubidots.



■ **Gambar 13.** Hasil Tampilan *Monitoring* pada Ubidots

5. Hasil Pengujian Notifikasi via Telegram

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah pengiriman notifikasi berupa pesan Telegram telah berjalan baik atau tidak. Pengujian ini dilakukan dengan mengatur kondisi pengiriman notifikasi pada fitur *event* di *platform* Ubidots. Pesan Telegram akan dikirimkan dengan kondisi pembangkit listrik tenaga mikrohidro keadaan berhenti beroperasi dan saat alat kehilangan komunikasi secara *realtime* dengan Ubidots karena kendala koneksi jaringan *internet*.



■ **Gambar 14.** Tampilan Notifikasi Melalui Pesan Telegram

Pada gambar 14 dapat diketahui bahwa Ubidots berhasil mengirim notifikasi melalui pesan Telegram. Notifikasi ini dikirim saat memenuhi kondisi yang telah ditentukan. Sehingga pengiriman notifikasi dengan kondisi yang telah ditentukan berhasil berjalan dengan baik.

KESIMPULAN

Setelah melakukan perancangan, perencanaan, pembuatan, pengujian dan pembahasan serta hasil perancangan sistem *monitoring* tegangan, arus dan frekuensi pada pembangkit listrik tenaga mikrohidro berbasis *internet of things* (IoT), maka diambil kesimpulan dan saran pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Sistem *monitoring* tegangan, arus dan frekuensi pada pembangkit listrik tenaga mikrohidro berbasis *Internet of Things* (IoT) ini dapat me-*monitoring* dengan baik secara *realtime*.

2. Selain *monitoring* juga dapat memutus dan menyambungkan (*breaker control*) beban dari pembangkit listrik tenaga mikrohidro jarak jauh serta memberikan notifikasi berupa pesan Telegram saat pembangkit listrik tenaga mikrohidro dalam keadaan mati atau saat alat kehilangan koneksi dengan Ubidots.
3. Dalam sistem *monitoring* di perancangan sistem *monitoring* tegangan, arus dan frekuensi pada pembangkit listrik tenaga mikrohidro berbasis *Internet of Things* (IoT) tidak dapat dilakukan *monitoring* apabila koneksi *internet* tidak ada.
4. Hasil pembacaan modul sensor PZEM-004T v3 pada alat ini memiliki tingkat keakuratan yang baik. Dimana nilai error rata-rata pembacaan tegangan sebesar 0,8 %, pembacaan arus sebesar 4,18 % dan pembacaan frekuensi sebesar 1,08 % dengan masing-masing pengujian sebanyak 5 kali.
5. Pemutus beban dari pembangkit listrik tenaga mikrohidro berupa *Solid State Relay* (SSR *relay*) dapat bekerja dengan baik.
6. Respon SSR *relay* terhadap perintah jarak jauh cukup baik dengan *delay* kurang lebih 3 detik tergantung koneksi *internet*.
7. Notifikasi berupa *alert* dari fitur *event* pada Ubidots akan dikirim melalui pesan Telegram apabila memenuhi kondisi yang sudah di sesuaikan di halaman *event* pada Ubidot

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, “Kebijakan Pengembangan Tenaga Air,” *Direktorat Jenderal Energi Baru, Terbarukan dan Konservasi Energi*, 2014. [Online]. Available: <http://ebtke.esdm.go.id/post/2014/07/02/628/kebijakan.pengembangan.tenaga.air>. [Accessed: 13-Feb-2020].
- [2] A. P. Damastuti, “Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro,” *WACANA*, vol. 7, no. 8, pp. 11–12, 1997.
- [3] T. D. Hendrawati, Y. D. Wicaksono, and E. Andika, “Internet of Things: Sistem Kontrol-Monitoring Daya Perangkat Elektronika,” *JTERA (Jurnal Teknol. Rekayasa)*, vol. 3, no. 2, p. 177, 2018, doi: 10.31544/jtera.v3.i2.2018.177-184.
- [4] J. Arifin, L. N. Zulita, and Hermawansyah, “Perancangan Murottal Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Arduino Mega 2560,” *J. Media Infotama*, vol. 12, no. 1, pp. 89–98, 2016.
- [5] F. Nur, “Alat *Monitoring* Pemakaian Energi Listrik Berbasis Android Menggunakan Modul PZEM-004T,” *Pros. Semin. Nas. Teknol. Elektro Terap. 2017*, vol. 01, no. 01, pp. 157–162, 2017.
- [6] innovatorsguru, “PZEM-004T V3.0 User Manual,” 2019.
- [7] biswas, shatadru bipasha, dan m tariq iqbal, “Solar water pumping system control using a low cost ESP32 microcontroller,” *IEEE Can. Conf. Electr. Comput. Eng.*, 2018.
- [8] E. Carmelon, “Technical Explanation for Solid-state Relays,” *IEEE Trans. Ind. Electron. Control Instrum.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–29, 2014.
- [9] C.-D. I. Indonesia, “Perancangan prototype sistem *monitoring* komparasi jarak jauh sensor suhu menggunakan iot selama masa pandemik covid-19 di indonesia,” Universitas Mercu Buana, 2020.
- [10] Novi Ainur Riza, “Sistem *Monitoring* dan Notifikasi pada Prototipe KVARH Meter Berbasis Internet of Things (IoT),” Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2017.
- [11] N. Soedjarwanto, G. F. Nama, T. Elektro, F. Teknik, T. Informatika, and A. T. Distribusi, “*Monitoring* Arus , Tegangan dan Daya pada Transformator Distribusi 20 KV Menggunakan Teknologi Internet of Things,” *EECCIS*, vol. 13, no. 3, pp. 128–133, 2019.