



PENERAPAN SCADA BERBASIS IOT UNTUK SIMULATOR KONTROL PANEL PADA CONTOH KASUS PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (PLTM)

Amin Supriyono¹, M. Jasa Afroni², Oktrizta Melfazen³

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro, Universitas Islam Malang

^{2,3}Dosen Program Sarjana Teknik Elektro, Universitas Islam Malang

onoirpus.nima@gmail.com, jasa.afroni@unisma.ac.id, oktrizamelfazen@unisma.ac.id

ABSTRAK

Recieved :10-08-2022
 Accepted :24-08-2022
 Published :15-09-2022

Beberapa PLTM di Indonesia belum dilengkapi dengan sistem SCADA. Ketiadaan sistem SCADA mengakibatkan pengoperasian PLTM harus dilakukan secara konvensional. Dengan sistem SCADA, pengawasan pada peralatan dapat dilakukan secara terus menerus dan terpusat sehingga pengoperasian peralatan bisa lebih optimal. Penambahan/pemasangan suatu alat (sistem SCADA) yang terkait dengan sistem operasi PLTM, tentu memerlukan izin dari pihak pengelola PLTM. Agar dapat menggambarkan dampak adanya sistem SCADA pada sebuah PLTM tanpa harus melakukan pemasangan secara langsung pada sistem PLTM, maka diperlukan adanya simulator yang dapat digunakan sebagai interface untuk menghubungkan antara sistem SCADA dengan sebuah prototype kontrol panel PLTM yang dapat menggambarkan proses atau alur pengoperasian sebuah PLTM secara ringkas. Metode penelitian yang digunakan menggunakan metode eksperimental. Penelitian ini menghasilkan sebuah simulator kontrol panel berbasis SCADA yang menggunakan IoT sebagai controller serta internet sebagai perantara untuk menghubungkan manusia dengan simulator. Adapun kesimpulan dari penelitian ini yaitu Simulator dianggap membantu dalam mempelajari bagaimana mendesain sebuah sistem SCADA dengan menggunakan IoT, serta menjelaskan bagaimana alur proses PLTM dan apa saja yang dikontrol dan diawasi.

Kata Kunci : Konvensional, SCADA, IoT, Simulator, Prototipe

ABSTRACT

Several PLTMs in Indonesia are not yet equipped with a SCADA system. The absence of a SCADA system has resulted in the operation of PLTMs having to be carried out conventionally. With the SCADA system, monitoring of the equipment can be carried out continuously and centrally so that the operation of the equipment can be more optimal. The addition/installation of a device (SCADA system) related to the MHP operating system, of course requires permission from the MHP manager. In order to be able to describe the impact of the SCADA system on a PLTM without having to install it directly on the PLTM system, it is necessary to have a simulator that can be used as an interface to connect the SCADA system with a prototype PLTM control panel that can describe the process or flow of operation of a PLTM. Concise. The research method used is analytical method. This research produces a SCADA-based control panel simulator that uses IoT as a controller and the internet as an intermediary to connect humans with equipment in the field. The conclusion of this research is that the simulator that was made is so important to learn how to design a cheap SCADA system using IoT, how the PLTM process flows, what is controlled and supervised, etc.

Keywords: Conventional, SCADA, IoT, Simulator, Prototype

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Diantara sekian banyak jenis pembangkit yang ada di Indonesia, terdapat beberapa yang bersumber dari energi baru dan terbarukan, salah satunya adalah Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTM). Pembangkit Listrik tenaga mikrohidro merupakan salah satu pemanfaatan energi baru terbarukan yang memiliki emisi atau dampak buruk terhadap lingkungan yang kecil. PLTM memiliki konstruksi, biaya perawatan, dan suku cadang yang relatif murah dari segi ekonomi dan mampu diterima baik oleh masyarakat (Zaini, 2020 : 139).

Setiap pembangunan pembangkit, gardu induk, gardu distribusidan fasilitas sistem tenaga listrik yang baru sedapat mungkin dapat dipantau dari control center dan dilakukan pengujian sebelum diintegrasikan ke sistem transmisi atau sistem distribusi tenaga listrik. Untuk itu diperlukan sebuah sistem yang disebut *Supervisory Control and Data Aquisition (SCADA)*. SCADA adalah suatu kesatuan dari beberapa peralatan yang saling berkomunikasi untuk menjalankan fungsi pengawasan, pengontrolan dan pengumpulan data dari suatu proses (Pujotomo, 2016: 51).

Belakangan ini, fungsi SCADA bisa menggunakan *Inthernet of Things (IoT)*. IoT SCADA adalah selangkah lebih maju dari SCADA yang telah digunakan. Sistem ini menyediakan sistem akuisisi sinyal waktu nyata dan pencatatan data melalui server IoT dan teknologi internet. Ini mengintegrasikan perangkat individu, mesin, sensor dan peralatan listrik lainnya dengan internet dengan mewujudkan fungsi pengawasan dan kontrol (Marlina, 2022: 130).

Beberapa PLTM di Indonesia belum dilengkapi dengan sistem SCADA. Padahal sistem ini dapat memberi keuntungan didalam proses pengawasan. Dengan sistem SCADA pengawasan pada peralatan di pembangkit dapat dilakukan secara terus menerus dan terpusat sehingga jika ditemukan adanya permasalahan yang terjadi dapat segera dideteksi dan dapat segera diatasi atau dicarikan solusi perbaikannya (PT PLN (PERSERO) Pusat Pendidikan dan Pelatihan, 2012).

Penambahan/pemasangan suatu alat (sistem SCADA) yang terkait dengan sistem operasi PLTM, tentu memerlukan ijin dari pihak pengelola PLTM. Agar dapat menggambarkan dampak adanya sistem SCADA pada sebuah PLTM tanpa harus melakukan pemasangan secara langsung pada sistem PLTM, maka diperlukan adanya simulator yang dapat digunakan sebagai interface untuk menghubungkan antara sistem SCADA dengan sebuah prototype kontrol panel PLTM yang dapat menggambarkan proses atau alur pengoperasian sebuah PLTM secara ringkas. Pada simulator tersebut terdapat beberapa *auxiliary* yang dapat digunakan dalam pengujian

telekontrol dan status serta dilengkapi power meter untuk mengakomodir fungsi telemetering.

Sistem simulator yang dirancang tidak melibatkan keseluruhan fungsi sistem yang sebenarnya. Namun hanya berupa dummy yang dapat digunakan untuk sarana pengujian peralatan atau pelatihan yang dilengkapi dengan SCADA sederhana agar bisa dipantau secara online.

2. METODE PENELITIAN

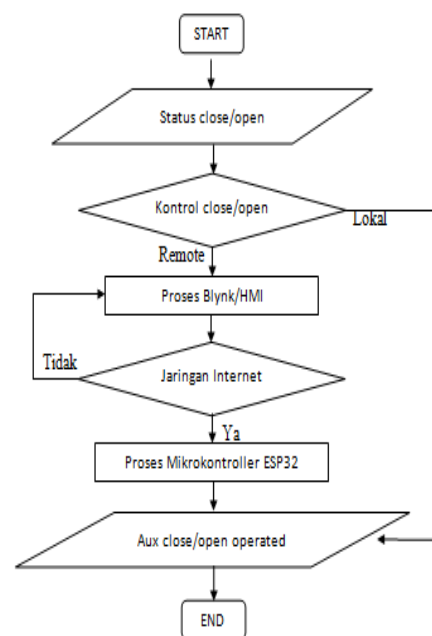
Untuk memperoleh hasil penelitan yang valid, maka diperlukan penyusunan metodologi penelitian yang sesuai. Adapun metode penelitiannya adalah sebagai berikut :

- Melakukan studi literatur dan pengumpulan data sekunder dari buku dan sumber lainnya mengenai PLTM, IoT, ESP32, simulator, serta persiapan bahan yang diperlukan.
- Membuat rancangan atau skema alat yang terdiri dari 2 bagian utama yaitu rangkaian PCB controller dan rangkaian panel simulator.
- Merakit kedua rangkaian serta pembuatan coding untuk controller sesuai dengan fungsinya sehingga dapat dilakukan pengujian.
- Melakukan analisis data hasil pengujian serta melakukan perbaikan apabila diperlukan.
- Membuat kesimpulan dan saran dari hasil pengujian.

2.1 Desain Pembuatan Alat

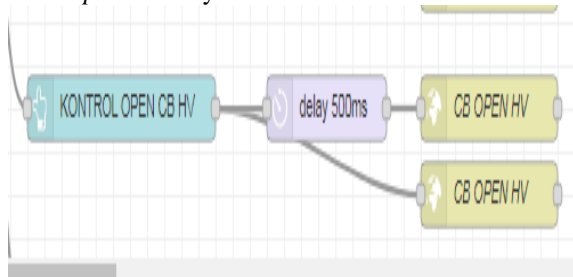
Alat dirancang untuk mengikuti sebuah prinsip kerja yang telah ditetapkan. Prinsip kerja simulator kontrol panel ini dibuat sedemikian rupa agar dapat menggambarkan konsep kontrol panel PLTM secara sederhana.

Untuk cara kerja dari alat, digambarkan dengan menggunakan 3 flow diagram dibawah ini:



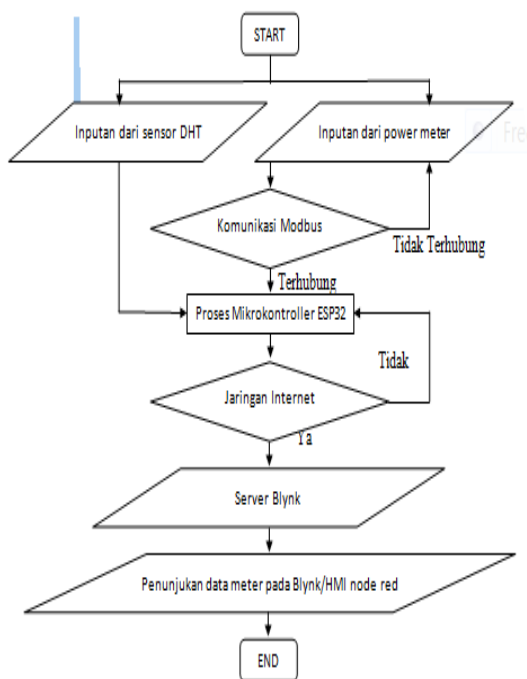
Gambar 1. Flow Diagram Kontrol

Sebelum dapat melakukan kontrol secara lokal atau remote, harus dipastikan sudah mendapatkan status peralatan *close/open*. Tekan tombol *order close/open* dari Blynk atau HMI.



Gambar 2. Flow dan setting node red

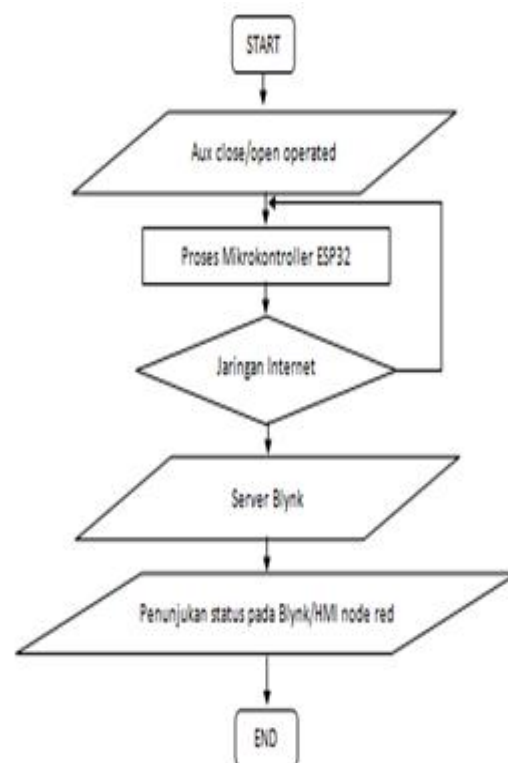
Dengan *flow* seperti pada gambar diatas, untuk kontrol CB *open* HV terdapat 2 “http request node”. Node pertama berisikan *adres* ke server Blynk serta token dengan nilai/*value* yaitu “https://188.166.206.43/KARG0bHA_jiUreQNbEL_QqwhG1W38lt3H/update/D15?value=1”. Sesuai valuenya, nilai 1 berarti order *On*. Karena order kontrol sifatnya sesaat/ sementara, maka diperlukan order berikutnya yang bernilai “0” atau “off” dengan tunda waktu 500 ms (bisa disesuaikan) yaitu “https://188.166.206.43/KARG0bHA_jiUreQNbEL_QqwhG1W38lt3H/update/D15?value=0”. Apabila koneksi internet bagus, maka ESP32 pada simulator akan menerima order kontrol tersebut sehingga “DO1 15” bekerja dan segera mengirim order tersebut kepada *auxiliary relay* CB *Open*.



Gambar 3. Flow Diagram Meter

Dari diagram diatas, alur proses data meter agar bisa sampai termonitor di Blynk maupun HMI yaitu dimulai dari inputan yang didapat dari power meter maupun sensor DHT yang masuk dan diproses di ESP32. Untuk power meter, agar data bisa diterima di ESP32 maka harus melalui protokol modbus via RS485.

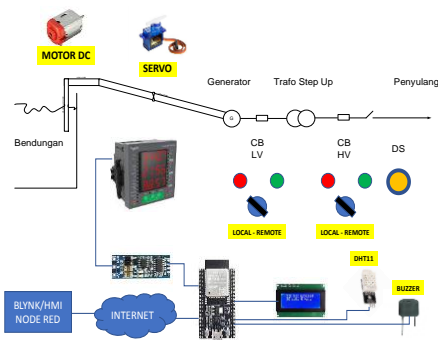
Agar data dari power meter bisa termonitor, maka perlu disetting beberapa paket data yang disesuaikan sesuai register list yang ada di manual pabrikan power meter tersebut. Setelah paket data dan *register* diaktifkan, selanjutnya tambahkan *virtual write* untuk dikirim ke Blynk. Jika ESP32 sudah terhubung dengan sinyal internet, maka data yang sudah diproses di ESP32 akan dikirim ke server Blynk. Selanjutnya masukkan *virtual write* tersebut ke *dashboard* aplikasi Blynk dan HMI node red.



Gambar 4. Flow Diagram status

Berdasarkan *flow* diagram diatas, status *open/close* diambil dari kontak *auxiliary relay*. Status tersebut kemudian masuk dan diproses oleh ESP32. Jika settingan sudah sesuai, maka signal yang diterima oleh ESP32 akan dikirim ke server Blynk dengan syarat terdapat adanya jaringan internet. Data yang sudah terkirim kemudian dapat diakses dan diintegrasikan dengan dashboard Blynk serta HMI node red.

Sebagai gambaran untuk mempermudah dalam pemahaman sistem kontrol PLTM adalah sebagai berikut :



Gambar 5. Desain Tata Letak Simulator SCADA PLTM

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Telekontrol

Pada saat sinyal internet baik, maka pengujian ini bisa dilakukan tanpa ada kendala. Saat pengujian telekontrol dilakukan, maka syarat utama yang perlu diperhatikan yaitu posisi *switch* lokal remote pada CB HV maupun CB LV. Jika pengujian dilakukan secara lokal (dari simulator), maka posisi *switch* lokal remote harus dalam posisi lokal. Setelah itu, baru bisa dilakukan perintah *close/open* pada CB HV dan CB LV dengan cara menekan tombol merah untuk perintah *close*, dan tombol hijau untuk perintah *open*. Khusus untuk perintah *close/open* DS hanya terdapat 1 tombol saja karena adanya perbedaan desain dengan CB HV maupun CB LV.

Pengujian telekontrol secara remote baik dari Blynk maupun HMI dapat dilakukan hanya jika *switch* lokal remote dalam posisi remote. Baik dari Blynk maupun HMI, secara prinsip prosesnya sama yaitu dengan cara menekan tombol merah untuk perintah *close*, dan tombol hijau untuk perintah *open* melalui aplikasi masing-masing (Blynk atau Node red). Adapun untuk kontrol DS, secara desain memang tidak disediakan secara remote (kontrol via remote hanya untuk CB).

Pengujian telekontrol dalam kondisi sinyal internet yang kurang baik memiliki dampak yang kurang optimal karena terdapat adanya *delay* yang bervariasi berkisar antara 1-8 detik. Hal ini sangat mempengaruhi keberhasilan dari telekontrol tersebut karena saat internet tidak stabil/ bahkan terputus maka *trigger* kontrol dapat ditangguhkan sampai koneksi kembali tersambung atau bahkan dianggap tidak ada sehingga *trigger* kontrol tidak sampai kepada simulator atau dianggap gagal kontrol.

Tabel 1. Data Analisa Pengujian Telekontrol

No	Elemen	Lokal	Kondisi Internet			
			Blynk		HMI	
			Baik	Tidak	Baik	Tidak
1	CB	Ok	Ok	Nok	Ok	Nok
2	HV/CC	Ok	Ok	Nok	Ok	Nok
3		Ok	Ok	Ok	Ok	Nok
4		Ok	Ok	Ok	Ok	Nok
5		Ok	Ok	Nok	Ok	Nok
6	CB HV/CO	Ok	Ok	Nok	Ok	Nok

Tabel 2. Lanjutan

No	Elemen	Lokal	Kondisi Internet			
			Blynk		HMI	
			Baik	Tidak	Baik	Tidak
7		Ok	Ok	Nok	Ok	Nok
8		Ok	Ok	Nok	Ok	Ok
9		Ok	Ok	Nok	Ok	Ok
10		Ok	Ok	Ok	Ok	Nok
11	CB LV/CC	Ok	Ok	Nok	Ok	Nok
12		Ok	Ok	Nok	Ok	Nok
13		Ok	Ok	Nok	Ok	Nok
14		Ok	Ok	Nok	Ok	Ok
15		Ok	Ok	Nok	Ok	Ok
16	CB LV/CO	Ok	Ok	Nok	Ok	Nok
17		Ok	Ok	Ok	Ok	Nok
18		Ok	Ok	Nok	Ok	Nok
19		Ok	Ok	Nok	Ok	Nok
20		Ok	Ok	Nok	Ok	Nok
21	MOTOR DC	Ok	Ok	Nok	NA	NA
22		Ok	Ok	Nok	NA	NA
23		Ok	Ok	Nok	NA	NA
24		Ok	Ok	Nok	NA	NA
25		Ok	Ok	Ok	NA	NA
26	SERVO	Ok	Ok	Nok	NA	NA
27		Ok	Ok	Nok	NA	NA
28		Ok	Ok	Nok	NA	NA
29		Ok	Ok	Nok	NA	NA
30		Ok	Ok	Ok	NA	NA
31	HORN	Ok	Ok	Nok	NA	NA
32		Ok	Ok	Nok	NA	NA
33		Ok	Ok	Nok	NA	NA
34		Ok	Ok	Nok	NA	NA
35		Ok	Ok	Nok	NA	NA

Berdasarkan tabel diatas, diketahui tingkat keberhasilan telekontrol untuk CB HV *close/ open* dan CB LV *close/open* pada kondisi internet yang relatif bagus memiliki tingkat keberhasilan yang baik. Perlu diketahui untuk menghitung prosentase keberhasilan pengujian telekontrol, pengujian dari Blynk dan HMI node red harus dihitung sebagai pengujian yang berbeda sehingga hitungan pengujian dilakukan sebanyak 20 (kontrol CB HV C/O, CB LV C/O) x 2 = 40 kali. Dengan begitu dapat disimpulkan bahwa tingkat keberhasilan dalam 40 x pengujian dalam kondisi internet bagus adalah sebanyak 40 x. Sedangkan dalam kondisi internet kurang bagus, tingkat keberhasilannya yaitu sebanyak 8x dalam 40 x kesempatan. Tingkat keberhasilan pengujian dapat dihitung sebagai berikut :

- Tingkat keberhasilan dalam kondisi internet bagus = $40/40 \times 100\% = 100\%$
- Tingkat keberhasilan dalam kondisi internet kurang bagus = $8/40 \times 100\% = 20\%$
- Tingkat keberhasilan dalam kondisi internet kurang bagus memiliki catatan khusus meskipun pada akhirnya sukses (beberapa hasil uji memiliki tunda waktu). Dalam hasil analisa ini, kategori berhasil dengan catatan dianggap sebagai gagal

3.2 Pengujian Telesignal

Sama halnya dengan pengujian sebelumnya, pengujian telesignal juga sangat bergantung dengan ketersediaan internet yang cukup agar sinyal yang diperoleh dapat langsung diterima oleh HMI/Blynk. Pengujian ini sangat berkaitan dengan pengujian telekontrol karena untuk melakukan trigger *close/open* diperlukan status peralatan agar perintah yang digunakan bisa diproses dengan baik oleh perangkat IoT.

Dari tabel pengujian telesignal dapat disimpulkan bahwa tingkat keberhasilan dalam pengujian telesignal yang berkaitan dengan status CB HV *close/open*, L/R HV, CB LV *close/open*, L/R LV, DS pada kondisi internet yang relatif bagus memiliki tingkat keberhasilan yang baik. Berbeda dengan perhitungan pengujian telekontrol, pengujian telesignal untuk Blynk dan HMI node red tidak dihitung berbeda sehingga tidak perlu dikalikan 2. Dengan begitu, pengujian dihitung sebanyak 40 kali.

Tabel 3. Data Analisa Pengujian Telesignal

No	Elemen	Lokal	Kondisi Internet			
			Blynk		HMI	
			Baik	Tidak	Baik	Tidak
1	CB	Ok	Ok	Nok	Ok	Nok
2	HV/C	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok
3		Ok	Ok	Ok	Ok	Ok
4		Ok	Ok	Nok	Ok	Nok
5		Ok	Ok	Nok	Ok	Nok
6	CB	Ok	Ok	Nok	Ok	Nok
7	HV/O	Ok	Ok	Nok	Ok	Nok
8		Ok	Ok	Nok	Ok	Nok
9		Ok	Ok	Nok	Ok	Nok
10		Ok	Ok	Nok	Ok	Nok
11	CB	Ok	Ok	Nok	Ok	Nok
12	LV/C	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok
13		Ok	Ok	Nok	Ok	Nok
14		Ok	Nok	Nok	Nok	Nok
15		Ok	Ok	Nok	Ok	Nok
16	CB	Ok	Ok	Nok	Ok	Nok
17	LV/C	Ok	Ok	Nok	Ok	Nok
18		Ok	Ok	Nok	Ok	Nok
19		Ok	Ok	Nok	Ok	Nok
20		Ok	Ok	Ok	Ok	Ok
21	DS /C	Ok	Ok	Nok	Ok	Nok
22		Ok	Ok	Nok	Ok	Nok
23		Ok	Ok	Nok	Ok	Nok
24		Ok	Ok	Nok	Ok	Nok
25		Ok	Ok	Nok	Ok	Nok
26	DS /O	Ok	Ok	Nok	Ok	Nok
27		Ok	Ok	Nok	Ok	Nok
28		Ok	Ok	Ok	Ok	Ok
29		Ok	Ok	Nok	Ok	Nok
30		Ok	Ok	Nok	Ok	Nok
31	LR HV	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok
32		Ok	Ok	Ok	Ok	Ok
33		Ok	Ok	Nok	Ok	Nok
34		Ok	Nok	Nok	Nok	Nok
35		Ok	Ok	Nok	Ok	Nok
36	LR LV	Ok	Ok	Nok	Ok	Nok
37		Ok	Ok	Nok	Ok	Nok
38		Ok	Ok	Nok	Ok	Nok
39		Ok	Ok	Nok	Ok	Nok
40		Ok	Ok	Nok	Ok	Nok

Tingkat keberhasilan dalam 40 x pengujian dalam kondisi internet bagus adalah sebanyak 38 x.

Sedangkan dalam kondisi internet kurang bagus, tingkat keberhasilannya yaitu sebanyak 7x dalam 40x kesempatan. Tingkat keberhasilan pengujian dapat dihitung sebagai berikut :

- Tingkat keberhasilan dalam kondisi internet bagus = $38/40 \times 100\% = 95\%$
- Tingkat keberhasilan dalam kondisi kurang bagus = $7/40 \times 100\% = 17,5\%$
- Tingkat keberhasilan dalam kondisi internet kurang bagus memiliki catatan khusus meskipun pada akhirnya sukses (memiliki tunda waktu, bahkan cenderung mengalami hilang dan muncul). Dalam hasil analisa ini, kategori berhasil dengan catatan dianggap sebagai gagal.

3.3 Analisa Hasil Pengujian Telemetering Dan Sensor

Pada pengujian telemetering, dibutuhkan seperangkat alat bantu berupa injektor arus dan tegangan untuk memberikan inputan kepada power meter. Data yang dihasilkan power meter, kemudian akan dikirim ke perangkat IoT melalui port serial menggunakan protokol modbus. Adapun data yang dikirim ke perangkat IoT harus dipilah sesuai kebutuhan serta dikonfigur pada aplikasi arduino.ide sesuai register list yang dimaksud. Dalam hal ini, element yang akan ditampilkan yaitu Current A, Voltage A-B, Power Faktor serta Frekuensi

Dalam pengujian telemetering, rasio yang digunakan harus dipahami. Dalam pengujian kali ini, power meter disetting dengan menggunakan rasio CT 100/5 sedangkan rasio PT nya yaitu 20000/100.

Tabel 4. Data Analisa Pengujian Telemeter

Elemen	Input	Lokal	Blynk & Err		Status internet	
			HMI		Baik	Tidak
Arus (A)	1 A	19,86 A	19,863		Ok	Nok
	2 A	39,86 A	39,868		Ok	Nok
	3 A	59,88 A	59,881		Ok	Ok
	4 A	79,89 A	79,896		Ok	Nok
	5 A	99,92 A	99,942		Ok	Ok
Tegangan (V)	20,01	3,98KV	3982,3		Ok	Nok
	40,02	7,99KV	7999,2		Ok	Nok
	60,04	12,01K	12012		Ok	Nok
	80,05	16,06K	16067		Ok	Nok
	100,0	20,13	20132		Ok	Ok
PF	1	1	1		Ok	Ok
FREQ	50	50	50		Ok	Ok

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa tingkat akurasi penunjukan telemetering di HMI/Blynk dibandingkan tampilan di power meter yaitu 100 %. Pada dasarnya data yang ada di power meter akan selalu sama dengan yang di HMI/ Blynk karena angka yang dikirim sudah berupa data. Adapun terdapat deviasi antara tampilan di HMI

dengan dipower meter disini karena angka yang ditampilkan pada power meter memiliki keterbatasan dalam menampilkan nilai beberapa angka dibelakang koma. Adapun tingkat keberhasilan berdasarkan kondisi internet yaitu sebagai berikut

- Tingkat keberhasilan dalam kondisi internet bagus = $12/12 \times 100\% = 100\%$
- Tingkat keberhasilan dalam kondisi kurang bagus = $5/12 \times 100\% = 41,6\%$
- Tingkat keberhasilan dalam kondisi internet kurang bagus memiliki catatan khusus meskipun pada akhirnya sukses (memiliki tunda waktu, bahkan cenderung mengalami hilang dan muncul). Dalam hasil analisa ini, kategori berhasil dengan catatan dianggap sebagai gagal

Tabel 5. Data Analisa Pengujian Sensor

Elemen	Lo kal	Blyn k & hmi	Pem band ing	Err	Status internet	
					Baik	Tidak
SUHU	26	26	26,8	2,98 %	Ok	Nok
	27	27	26,9	0,37 %	Ok	Nok
	28	28	27,5	1,78 %	Ok	Nok
	29	29	27,7	4,48 %	Ok	Ok
	30	30	28	6,66 %	Ok	Ok
	31	31	28,2	9,03 %	Ok	Nok
	30	30	28,4	5,33 %	Ok	Nok
	29	29	28,3	2,41 %	Ok	Nok
	28	28	28,2	0,70 %	Ok	Nok
	27	27	28	3,5 %	Ok	Nok
KELE	56	56	57	1,75 %	Ok	Nok
MBAP	66	66	60	9,09 %	Ok	Nok
AN	71	71	63	11,26 %	Ok	Nok
	72	72	65	9,72 %	Ok	Ok
	73	73	65	10,95 %	Ok	Ok
	56	56	58	3,44 %	Ok	Nok
	66	66	60	9,09 %	Ok	Nok
	71	71	63	11,26 %	Ok	Nok
	72	72	64	11,11 %	Ok	Nok
	73	73	65	10,95 %	Ok	Nok

Sedangkan untuk hasil pengujian sensor suhu dan kelembapan berdasarkan tabel diatas memiliki selisih yang cukup besar jika dibandingkan dengan alat sejenis. Hal ini sangat dipengaruhi oleh sensitifitas alat yang berbeda. Perlu diketahui bahwa hasil dari alat sensor pembanding juga belum dikalibrasi sehingga belum diketahui dengan pasti akurasi.

Adapun tingkat keberhasilan berdasarkan kondisi internet yaitu sebagai berikut

- Tingkat keberhasilan dalam kondisi internet bagus = $20/20 \times 100\% = 100\%$
- Tingkat keberhasilan dalam kondisi kurang bagus = $4/20 \times 100\% = 20\%$

- Tingkat keberhasilan dalam kondisi internet kurang bagus memiliki catatan khusus meskipun pada akhirnya sukses (memiliki tunda waktu, bahkan cenderung mengalami hilang dan muncul). Dalam hasil analisa ini, kategori berhasil dengan catatan dianggap sebagai gagal

3.4 Analisa Akhir

Berdasarkan data data yang tertampil dalam tabel diatas, dapat disimpulkan bahwa secara fungsi simulator telah dapat melakukan uji telekontrol, telesignal maupun telemetering dengan hasil baik sehingga dapat memenuhi tujuan perancangannya yaitu menjadi sebuah simulator kontrol panel yang berbasis SCADA. Akan tetapi, terdapat kondisi khusus dimana ketersediaan signal internet yang memadai menjadi sebuah keharusan untuk mendukung perangkat IoT yang ada pada simulator tersebut.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari kegiatan ini adalah sebagai berikut :

1. Pengaruh simulator kontrol panel berbasis SCADA dengan IoT pada prototype PLTM menjadikan sistem prototype PLTM dapat dimonitor serta dikontrol darimana saja selama terdapat koneksi internet yang baik.
2. Dalam merealisasikan simulator kontrol panel berbasis SCADA dengan IoT pada *prototype* PLTM, diperlukan sebuah perencanaan terkait desain simulator, apa saja yang perlu dikontrol dan dimonitor serta sistem IoT yang akan digunakan. Simulator dibuat menyerupai kontrol panel PLTM, dimana terdapat beberapa *switch* yang dapat dikontrol baik secara lokal maupun SCADA. Sistem SCADA yang dibuat menggunakan perangkat IoT (ESP32) yang dapat terhubung dengan koneksi internet. Data yang dihasilkan oleh ESP32 kemudian diproses dan diolah lebih lanjut agar terhubung dengan server Blynk. Data dari Blynk kemudian digunakan sebagai inputan untuk aplikasi node red agar bisa termonitor kedalam HMI dengan tingkat keberhasilan telekontrol 100%, telesignal 95%, telemeter & sensor 100% pada kondisi internet yang baik.
3. Berdasarkan survey terbatas, responden menyatakan simulator kontrol panel berbasis SCADA dengan IoT pada prototype PLTM dianggap perlu karena dapat membantu dalam memahami SCADA beserta dampaknya, bagaimana alur proses PLTM dari air hingga menjadi energi listrik, bagaimana kemudahan pengoperasiansimulator, serta pendapat mengenai manfaat dari simulator, dll sehingga setiap proses yang terjadi dapat dijadikan pembelajaran bagi mahasiswa untuk mendapatkan pengalaman langsung dalam menerapkan ilmu yang didapat dari kampus.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Zaini, S. Safrudin, and M. Bachrudin, "Perancangan Sistem Monitoring Tegangan, Arus Dan Frekuensi Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Berbasis Iot," *TESLA J. Tek. Elektro*, vol. 22, no. 2, p. 139, 2020, doi: 10.24912/tesla.v0i0.9081.
- [2] I. Pujotomo, "Implementasi Sistem SCADA Untuk Pengendalian Jaringan Distribusi 20 KV," *J. Kaji. Tek. Elektro*, vol. 1, no. 1, pp. 51–66, 2016.
- [3] Marlina, Ena; M. yasa, "Kredensial Mikro Mahasiswa Indonesia Technopreneurship Berbasis Internet of Things (IoT) ", Malang : Unisma Press, 2022, pp 130.
- [4] PT PLN (PERSERO) Pusat Pendidikan dan Pelatihan, "Overview SCADA", 2012.

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN