

RANCANGAN SISTEM KONTROL DAN MONITORING CUBICLE SUBSTATION BERBASIS MIKROKONTROLER MENGUNAKAN MODUL LORA DI BANDAR UDARA

Muhammad Zidan Nasikh¹, Prasetyo Iswahyudi², Laila Rochmawati³

^{1,2,3}Program Studi D3 Teknik Listrik Bandar Udara, Politeknik Penerbangan Surabaya. Jl. Jemur
Andayani I/73, Surabaya 60236
Email: zidanklemers@gmail.com

Abstrak

kubikel merupakan salah satu perangkat pendistribusi daya yang berperan sebagai masukan dari sumber tegangan yang akan disalurkan ke seluruh beban bandara. Saat ini pemantauan kubikel di bandara-bandara di Indonesia masih dilakukan secara manual. Dengan demikian, saat terdapat kesalahan, perbaikan memakan tempo yang lama karena tidak dapat ditentukan lokasi persis masalahnya. Oleh karena itu, alat ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi kerja teknisi selama perbaikan demi kelancaran operasional penerbangan di bandara.

prototipe dirancang untuk sistem kendali, memantau dan melihat jika ada gangguan terutama kelebihan beban atau tegangan turun pada kubikel dari jarak jauh. Dalam rancangan alat ini terdapat 2 alat yaitu modul transmitter dan receiver. Di dalam transmitter menggunakan sensor arus tegangan PZEM 004-T dan mikrokontroler Arduino Uno dengan modul lora sebagai komunikasi jarak jauh. Sedangkan di modul Receiver Alat ini juga dilengkapi modul Lora dan NodeMCU Esp32 sebagai modul wifi yang datanya akan ditampilkan melalui Aplikasi Blynk.

Pada perancangan alat ini berbentuk prototype dan hasilnya, jika alat ini bekerja dengan baik maka akan memberikan peringatan kepada pengguna bahwa ada kesalahan. Prototipe secara efektif dapat meningkatkan waktu teknisi untuk menyelesaikan perbaikan lapangan.

Kata kunci: Kubikel, PZEM-004T, Arduino Uno, Node MCU Esp32, Modul Lora

Abstract

The cubicle is one of the power distribution devices that acts as an input from a voltage source that will be distributed to all airport loads. Currently, cubicle monitoring at airports in Indonesia is still done manually. Thus, when a fault occurs, repairs will take a long time because the exact location of the problem cannot be determined. Therefore, this tool is designed to improve the work efficiency of technicians during repairs for smooth flight operations at the airport.

This tool is designed to control, monitor and know if there is a disturbance, especially overload or voltage drop in the cubicle remotely. In this tool design there are 2 tools, namely the transmitter and receiver modules. In the transmitter using a PZEM 004-T voltage current sensor and an Arduino Uno microcontroller with a lora module as a remote communication. While in the Receiver module this tool is also equipped with a Lora module and NodeMCU Esp32 as a wifi module whose data will be displayed through the Blynk Application.

In the design of this tool in the form of a prototype and the results, if this tool works properly it will provide a warning to the user that there is a disturbance in the cubicle. this tool can effectively increase the technician's time to complete field repairs.

Keywords: Cubicle, PZEM-004T, Arduino Uno, NodeMCU Esp32, Lora Module

A. PENDAHULUAN

Pada metode catu daya ditemukan perangkat yang mendukungnya, demikian pula pada sistem distribusi terdapat perangkat catu daya yang berupa kubikel. Di dalam kubikel, beberapa perangkat membantu proses pengiriman tenaga listrik. Oleh karena itu, performa dari kubikel sendiri dan perlengkapannya yang dikandungnya harus dijaga dengan baik. (Suripto, 2016)

Pada sistem distribusi tenaga listrik, sebelum listrik disalurkan ke konsumen, listrik dari gardu PLN dialirkan melalui gardu distribusi. Di dalamnya terdapat peralatan seperti panel listrik, trafo dan separator. Oleh karena itu, PLN berusaha meminimalisir gangguan yang terjadi di Gardu Induk. Salah satu gangguan yang terjadi adalah gangguan tegangan berlebih atau turunnya tegangan yang terjadi pada kubikel/peralatan yang terhubung. peralatan hubung bagi menurut definisi PUIL adalah alat yang mengontrol, mendistribusikan energi listrik, dan melindungi rangkaian listrik dalam penggunaan energi listrik. Fungsinya untuk mengontrol, menghubungkan, melindungi dan membagi daya dari sumber energi listrik. Kubikel dirancang sebagai tegangan menengah 2kV atau lebih sehingga digunakan untuk *substation*. kubikel memiliki bentuk seperti kabinet dan disegel di semua sisi, sehingga tidak ada kontak dengan bagian aktif selama pengoperasian. Karena bangunan tertutup di semua sisi, pemasangan papan sambungan (PHB) jenis ini tidak perlu di tempat tertutup dan terkunci atau dapat dipasang di tempat umum yang terdapat fasilitas listrik. (Andi, 2020)

Tentu saja kubikel ini ada di stasiun distribusi. Di gardu distribusi terdapat tegangan menengah 20 kV yang dimana adalah perangkat penghubung, pembagi, isolator dan

perangkat proteksi untuk sistem tenaga distribusi 20 kV. Di dalam gardu distribusi

Kondisi saat ini memiliki banyak kekurangan yaitu didalam gardu distribusi

terdapat kompartemen input, output, koneksi dan trafo. Dalam pendistribusian tenaga listrik rumah tangga, diperlukan perangkat yang mampu membagi, memutuskan, menyambung dan melindungi agar penggunaan tenaga listrik dapat efisien, hemat dan aman bagi pengguna. Salah satu perangkat yang dapat berguna untuk pendistribusian listrik adalah kubikel. (Candra, 2018)

Kubikel juga berfungsi sebagai pemutus, pembagi, penyambung dan pelindung instalasi listrik tegangan menengah, biasanya dipasang di ruang gardu distribusi listrik. Ketika tegangan menengah dipasang di dalam kubikel, maka hal yang perlu diperhatikan adalah alat untuk memudahkan pemantauan atau perawatan agar peralatan listrik lebih awet. Seiring berjalannya waktu, kubikel juga mengalami penurunan kualitas pelayanan, sehingga kini bagian kubikel terus dikembangkan. panel kubikel berperan penting dalam menjaga kestabilan distribusi listrik dari sistem distribusi ke konsumen, memastikan tidak ada gangguan, kualitas dan keamanan bagi masyarakat dan teknisi. (Nur, 2019).

Kubikel juga dapat mengalami penurunan layanan dari waktu ke waktu, sehingga upaya pemeliharaan harus dilakukan untuk mempertahankan atau mendapatkan kembali tingkat kinerja aslinya dan agar dapat beroperasi dengan keandalan tinggi, guna memastikan kontinuitas layanan kelistrikan dapat dicapai.

kubikel yang digunakan saat ini memiliki banyak masalah, salah satunya adalah gangguan ketidak seimbangan beban yang dapat mengakibatkan rugi arus karena disebabkan oleh arus yang timbul pada sisi netral.

atau substation para teknisi masih melakukan pengecekan manual terhadap kubikel, ini mengakibatkan tidak efisien terhadap waktu, karena membuka kubikel memakan banyak waktu dan jika ada troubleshoot hanya terdeteksi dengan lampu indicator saja.

Kondisi yang diinginkan adalah didalam gardu distribusi atau substation terdapat kubikel yang didalamnya sudah terdapat sensor yang terhubung ke mikrokontroler dan ditampilkan melalui layar LCD 16x2 dan dari mikrokontroler akan mengeluarkan sinyal melalui modul Lora sehingga dapat dikendalikan dan dipantau melalui antarmuka multimedia tanpa harus melakukan verifikasi manual. Dari kondisi yang diinginkan, penulis mengharapkan dengan adanya rancangan alat ini dapat memudahkan teknisi dalam melakukan maintenace dan mengurangi kekurangan dari kondisi saat ini.

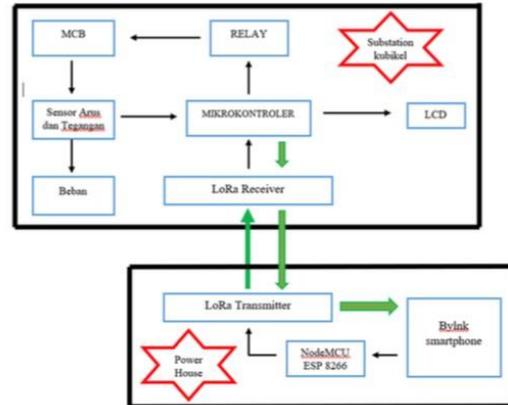
Dari latar belakang tersebut didapatkannya ide dalam membuat tugas ini berjudul “RANCANGAN SISTEM KONTROL DAN MONITORING CUBICLE SUB STATION BERBASIS MIKROKONTROLER DENGAN MENGGUNAKAN MODUL LORA DI BANDAR UDARA”. Dengan adanya alat ini, penulis mengharapkan dapat digunakan untuk proses pembelajaran dan dapat dimanfaatkan oleh masyarakat. .

B. METODE PENELITIAN

Berdasarkan gambar 1 dibawah ini yaitu diagram blok desain desain alat sistem kontrol dan monitoring kubikel berbasis mikrokontroler dengan menggunakan modul LoRa ini dimulai dari sensor PZEM-004T yaitu sensor yang berfungsi untuk mendeteksi arus dan tegangan. Sensor ini mengambil data besar tentang arus dan tegangan yang mengalir melalui kubikel.

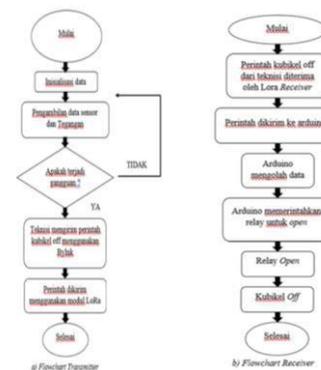
Gambar 1. Diagram blok desain penelitian

Berdasarkan gambar 2 dibawah ini yaitu



flowchart yang sudah dibuat merupakan proses bagaimana awal alat ini bekerja. Pada penelitian ini terdapat 2 flowchart yaitu transmitter dan receiver. Untuk transmitter sendiri diawali dengan mulai lalu menginisialisasi data setelah itu terdapat sensor yang akan membaca data arus dan tegangan, setelah itu di observasi apakah ada gangguan yang terjadi. Jika iya maka teknisi mengirim perintah kubikel off menggunakan aplikasi Blynk dan perintah dikirim menggunakan modul lora.

Untuk receiver sendiri setelah menerima perintah kubikel off dari transmitter lalu perintah dikirim kepada arduino untuk diolah data sehingga arduino dapat memerintahkan relay untuk normally open sehingga dapat mematikan kubikel



Gambar 2. Flowchart transmitter dan receiver Perangkat Keras

Dalam pembuatan alat hal yang perlu diutamakan adalah perangkat komponennya. **Miniature Circuit Breaker (MCB)**

Fungsi utama dari MCB ini adalah sebagai alat pelindung peralatan listrik agar tidak terjadi korsleting, kerusakan atau terbakar akibat arus atau suhu yang berlebihan. MCB bekerja dengan prinsip bimetal untuk melindungi arus pendek maupun berlebih. Ketika terjadi luapan arus, strip bimetal mulai lalu menekuk untuk membatasi busur. Setelah itu, busur didinginkan oleh saluran busur, strip logam yang terisolasi.

Defleksi strip bimetal melepaskan kait membuat MCB mati dengan cara memutus arus dalam rangkaian. Hal ini membantu melindungi peralatan maupun perangkat dari arus berlebih. Untuk mengalirkan arus kembali, MCB dinyalakan secara manual.

hubungan arus pendek, arus bisa naik secara tiba-tiba mengakibatkan perpindahan elektromagnetis dari plunger yang terkait dengan solenoid. Plunger menyentuh tuas trip mengaktifkan mekanisme pelepasan kait. Allhasil MCB pun terbuka.

MCB memiliki kontak bimetal yang dapat mengembang dan menyusut saat suhu berubah. Dalam kondisi operasi normal, kontak bimetal memungkinkan arus mengalir melalui MCB. Namun, segera setelah arus melebihi titik setel, kontak bimetalik mulai memanaskan dan mengembang hingga mencapai tuas *operating* MCB, menyebabkan arus terputus.

Arduino Uno

Arduino Uno adalah mikrokontroler berbasis Atmega yang merupakan pengolah data dengan 14 pin digital, yaitu pin 0 sebagai penerima program, pin 1 sebagai pemancar program, sisanya 12 pin keluaran. Koneksi USB digunakan untuk mengirim program dari komputer, dimana kabel adaptor digunakan sebagai input utama Arduino menggunakan daya listrik AC, pin ICSP dan tombol reset untuk mengulang program.

Arduino juga merupakan platform perangkat keras terbuka untuk siapa saja yang ingin

membuat prototipe perangkat elektronik berdasarkan perangkat keras dan perangkat lunak yang fleksibel dan mudah digunakan.

Sensor PZEM-004T

Sensor ini merupakan jenis sensor yang bisa memonitor arus tegangan listrik dan frekuensi pada arus bolak-balik (AC). Sensor ini dilengkapi trafo arus dengan luas 3 mm dan bisa untuk mengukur arus hingga 100 A.

Modul LoRa

LoRa adalah salah satu teknologi baru dari komunikasi nirkabel. Teknologi komunikasi ini dapat diberikan kepada objek yang dianggap perlu untuk komunikasi antar objek lainnya. LoRa hanya membutuhkan satu buah baterai sebagai sumber tenaga utama agar dapat berfungsi dengan baik. penerapan LoRa pada objek-objek ini cukup sederhana karena tidak memerlukan instalasi yang rumit. Ini memudahkan siapa saja yang ingin membangun dan merancang sistem berbasis IoT.

Perangkat Lunak

Aplikasi Blynk

Blynk adalah platform yang memungkinkan pengembang dan penghobi membuat aplikasi seluler yang terhubung ke berbagai perangkat fisik, seperti mikrokontroler (seperti Arduino, Raspberry Pi, ESP8266, dll.) dan perangkat pintar lainnya. Aplikasi Blynk memungkinkan Anda untuk mengontrol perangkat ini melalui ponsel cerdas atau tablet

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1.2 Analisis (Analysis)

Dalam tahap ini peneliti melakukan analisis materi yaitu dengan mengidentifikasi masalah, mengidentifikasi alat yang sesuai dengan peraturan undang undang, dan pemikiran tentang alat yang akan dikembangkan. Dalam pembuatan alat ini peneliti menemukan masalah yaitu tidak efisiennya waktu dalam melakukan

maintenance alat kelistrikan di bandar udara sehingga dapat memakan banyak waktu.

Sehingga setiap bandar udara harus memiliki fasilitas yang dapat membantu kelancaran operasional bandar udara itu sendiri yaitu fasilitas kelistrikan salah satunya gardu distribusi kubikel. Artinya kelistrikan memiliki peran penting untuk terciptanya kenyamanan penumpang.

Seiring berjalannya waktu, kualitas layanan kubikel juga menurun sehingga komponen kubikel terus berkembang hingga saat ini. panel kubikel berperan penting dalam menjaga kestabilan penyaluran tenaga listrik dari sistem distribusi sampai ke tangan konsumen, menjamin tidak ada gangguan, kualitas dan keamanan bagi masyarakat dan karyawan. Kondisi saat ini bandar udara di Indonesia memiliki banyak kekurangan yaitu didalam gardu distribusi atau substation para teknisi masih melakukan pengecekan manual terhadap kubikel, ini mengakibatkan tidak efisien terhadap waktu, karena membuka kubikel memakan banyak waktu dan jika ada troubleshoot hanya terdeteksi dengan lampu indicator saja. Sehingga diperlukan alat untuk dapat mengontrol dan memonitoring secara jauh.

4.1.2 Desain (Design)

Berikutnya adalah tahap desain dimana di tahap ini diperlukan sebuah bentuk rancangan terhadap instrumen yang akan dihasilkan. Tata letak komponen dan pembuatan referensi untuk pemasangan alat yang akan dilakukan. Tahapan ini berupa kerangka kerja sebelum dilakukan pengembangan alat, yaitu berupa komponen untuk menghasilkan alat pada tugas akhir ini. Ini adalah bentuk prototipe yang digunakan.

Pada gambar 3 dibawah ini merupakan gambar keseluruhan rangkaian alat prototype. Pembahasan hasil pengujian ini diawali

dengan hasil pengujian MCCB, dimana pada alat ini terdapat 2 bagian utama yaitu 1 modul

transmitter yang berfungsi sebagai mengirim data dari MCCB dan untuk 1 modul receiver yang terdapat nodeMCU esp32 sebagai modul wifi untuk menerima data dan menampilkan pada layar LCD maupun aplikasi blynk. Selanjutnya pada modul transmitter melakukan pengujian sensor yang digunakan untuk mengambil data dari beban yang digunakan, pengukuran input dan output tegangan, dan untuk modul receiver melakukan operasional monitoring via aplikasi atau software hingga akhir proses kerja sistem yaitu monitoring kubikel menggunakan aplikasi/web blynk berbasis internet of things (IoT).

3. Mini 560 DC-DC Converter



Gambar 3. Gambar Alat Prototype Secara Keseluruhan

Dengan pengujian alat ini, tujuannya adalah untuk memahami pengoperasian alat dan menganalisis kehandalan, kekurangan, dan keterbatasan spesifikasi komponen dan aplikasi yang digunakan.

4.1.3 Pengembangan (Development)

Pada tahap ini penulis melakukan pembuatan alat berupa kontrol sistem dan monitoring kubikel dengan berbagai tahapan yang dilalui mulai dari analisis, desain dan sampai pada pengembangan alat. Maka dari itu diperlukan berbagai komponen untuk merangkai alat sehingga alat ini nantinya dapat berfungsi dan bekerja sebagai mestinya. Untuk pembuatannya sebagai berikut:

4.1.3.1 Pembuatan Perangkat Keras

Berikut komponen yang digunakan:

1. MCB
2. Sensor PZEM-004T

4. Arduino Uno
5. Relay
6. NodeMCU ESP 32
7. Modul LoRa
8. LCD 16x2

Kontaktor 220VAC sebagai kontaktor bantu

4.1.3.1.1 Miniature Circuit Breaker (MCB)

1 buah MCB 3 Pole 10 ampere digunakan pada perangkat keras sebagai simulasi listrik 3 phase. Ketiga Pole ini masing-masing memiliki fasa R, S, dan T. MCB mendapat input dari sumber listrik AC dan memiliki output menuju sensor PZEM-004T dimana setiap 1 Pole terhubung kepada 1 buah sensor PZEM-004T.

4.1.3.1.2 Sensor PZEM-004T

Pada pembuatan perangkat keras, alat ini menggunakan sensor 3 buah PZEM-004T. Sensor ini dapat mengukur tegangan, arus, dan daya. Sensor ini memiliki input dari MCB untuk mendeteksi arus dan tegangan dan memiliki output menuju Arduino Uno. Masing-masing dari ketiga sensor ini terhubung oleh Fasa R, S, dan T.

4.1.3.1.3 Mini 560 DC-DC Converter

Pada perancangan alat ini dibutuhkan buck converter step down, bertujuan untuk menurunkan tegangan yang dihasilkan dari rectifier. Modul buck converter ini digunakan untuk menurunkan tegangan hingga 5VDC yang berfungsi sebagai daya untuk menghidupkan ESP32 yang berfungsi untuk monitoring dan Arduino Uno yang berfungsi sebagai kontrol untuk internet of things.

4.1.3.1.4 Arduino Uno

Disini penulis menggunakan Arduino Uno sebagai Mikrokontroler papan rangkaian elektronik berfungsi sebagai otak utama pada Mockup alat ini karna dapat mengendalikan input, proses serta output rangkaian. data yang diterima oleh Arduino dari sensor PZEM-004T kemudian diolah menjadi bentuk bilangan dan ditampilkan di layer LCD

4.1.3.1.5 Kontaktor

Pada perangkat keras alat ini menggunakan

yaitu berfungsi sebagai rangkaian kontrol dimana saat terjadi kegagalan disalah satu fasa (R, S, dan T) Kontaktor akan memutus seluruh aliran listrik. Kontaktor memiliki input dari Relay yang merupakan penggerak apabila terjadi kegagalan.

4.1.3.1.6 Solid State Relay

Agar kontaktor dapat bekerja dibutuhkan saklar. Relay digunakan sebagai saklar penggerak kontaktor sehingga dapat memutus aliran listrik jika terjadi kegagalan pada salah satu fasa (R,S,T), saat tegangan naik melebihi 250V dan ketika tegangan turun hingga 50%. Relay memiliki input dari MCB dan output menuju ke kontaktor

4.1.3.1.7 NodeMCU ESP32

Dalam perancangan alat ini memerlukan sebuah mikrokontroler berupa ESP32 sebagai internet of things. ESP32 ini mendapat suplai daya dari baterai yang telah diturunkan tegangannya oleh modul buck converter menjadi 5V. ESP32 ini berfungsi untuk menerima dan mengirim data berupa tegangan dan arus yang akan ditampilkan pada aplikasi blynk yang memerlukan koneksi WiFi.

4.1.3.1.8 Modul LoRa

Modul LoRa pada alat ini memiliki fungsi sebagai pengirim data yang telah diolah dari Arduino Uno lalu menggunakan ESP32 sebagai modul wifi agar tersambung ke aplikasi/web blynk pada smartphone atau komputer. Modul LoRa ini memiliki spesifikasi untuk mengirim data dengan jarak ± 10 km dengan kondisi minimal penghalang dari rumah penduduk dan antena tambahan yang lebih kuat.

4.1.3.1.9 Liquid Crystal Display 16x2 (LCD)

Sebuah Rangkaian berfungsi untuk menampilkan tulisan yang sudah dibuat pada aplikasi Arduino IDE dengan tampilan arus (I) dan tegangan (V).

4.1.4 Implementasi

Pada tahap ini yaitu dilakukan ujicoba terhadap alat yang buat, pengujian modul lora ini dilakukan di beberapa tempat sejauh mungkin sehingga modul lora tidak dapat mengirim data lagi

4,557 M

dari hasil gambar 4.1 dapat dilihat bahwa modul receiver dapat menerima data dengan baik



Gambar 4.1 pengujian modul lora sejauh 1,608 M

Dari hasil layer monitoring dibawah ini didapatkan bahwa modul receiver masih cukup baik untuk menerima data pada jarak kurang lebih 3km



gambar 4.2 pengujian modul lora sejauh 3,167 M

Dapat dilihat pada gambar dibawah ini modul receiver masih dapat menerima dan mengirim sinyal data walaupun terdapat delay 5-6 detik



Gambar 4.3 pengujian modul lora sejauh

Dilihat dari gambar dibawah ini yaitu layer lcd yang blank sehingga menandakan bahwa modul receiver sudah tidak dapat menerima data lagi dengan jarak sejauh 5 km.



Gambar 4.4 pengujian modul lora sejauh 5,100 M

Hasil daripada pengujian 1,2,3 dan 4 ini penulis dapat menyimpulkan bahwa modul lora ini mampu memberikan sinyal dengan jarak jauh. Untuk delay waktunya dikarenakan faktor dari lingkungan dan sudah banyak bangunan Gedung. Modul lora ini juga dapat memberikan lebih jauh lagi dengan diberikan antenna tambahan.

Untuk pengiriman data lora dapat dilihat dibawah ini:

Tabel 4.1 Pengujian Modul Lora

| NO | jarak | Beban lampu | Fasa1 | Fasa 2 | Fasa 3 |
|----|---------|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 1 | 1,608 M | 60w 8w 8w | V:224 A: 0,27 | V:224 A: 0,07 | V:224 A: 0,07 |
| 2 | 3,167 M | 60w 8w 8w | V: 225 A: 0,27 | V: 225 A: 0,07 | V: 225 A: 0,07 |
| 3 | 4,557 M | 60w 8w 8w | V: 224 A: 0,27 | V: 224 A: 0,07 | V: 224 A: 0,07 |
| 4 | 5,148 M | 60w 8w 8w | - | - | - |

Dari Tabel 4.1 diatas didapat hasil dari pengujian Modul Lora dengan jarak yang sudah ditentukan. Didapat bahwa modul Lora ini berfungsi dan bekerja dengan baik.

D. PENUTUP

Kesimpulan

Dari pengamatan penelitian setelah membuat alat proyek akhir dengan judul

“Rancangan Sistem Kontrol dan Monitoring Kubikel Substation Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Modul Lora di Bandar Udara” maka dibuat kesimpulan sebagai berikut:

1. Dengan menggunakan modul Lora ini data dapat terkirim dengan jarak yang sangat jauh sampai dengan 4,500 M dengan kondisi yang cukup padat penduduk dan Gedung.

2. Dapat dilihat pada table 4.2 terdapat selisih nilai dari hasil pengukuran sensor PZEM 004-T menggunakan Multimeter dengan pengukuran yang ada pada blynk dengan nilai toleransi sekitar 0.0V hingga 0.5V sehingga dapat dikatakan fasa 1 dengan beban lampu 60W tegangan pada sensor 227 V dan terbaca pada Multimeter 227,5 V. Fasa 2 dengan beban lampu 8W tegangan pada sensor 227 V dan terbaca pada Multimeter 227,2 V. Fasa 3 dengan beban lampu 8W tegangan pada sensor 227 V dan terbaca pada Multimeter 227,3 V

Saran

kedepannya dapat dikembangkan lebih lanjut sebagai berikut:

1. Untuk penelitian selanjutnya mungkin bisa ditambahkan tampilan notifikasi didalam aplikasi Blynk apabila ada kegagalan dalam pengoperasian kubikel.

2. Untuk penggunaan modul komunikasi Lora dapat mengirim data lebih jauh dengan ditambahkan antena extended sebagai penguat sinyal agar lebih stabil dan data yang dikirim lebih jauh.

E. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gustomo, (2015). “Efisiensi Daya Listrik Rumah Berbasis Arduino Uno Dengan Timer Penggunaan Alat Listrik Secara Otomatis”. Politeknik Tegal
- [2] Hasyim, (2019). “Analisis Penggunaan Cubicle 20KV Double Incoming Dengan Automatic Transfer Switch (ATS) Dalam Sistem Jaringan Distribusi 20KV di

Bandara Internasional Sultan Hasanuddin”. Universitas Makassar

- [3] Husein. (2017). “Miniatur Pintu Geser Otomatis Berbasis Arduino”. Sekolah Informatika
- [4] Iskandar. (2016). “Perancangan Alat Kontrol Relay Lampu Rumah Via Mobile. Jurnal Akrab Juara. Universitas Bina Sarana Informatika.
- [5] Kadir, Abdul. (2013). PADUAN PRAKTIS MEMPELAJARI APLIKASI MIKROKONTROLER DAN PEMROGRAMANNYA MENGGUNAKAN ARDUINO. Jogjakarta.
- [6] Khoir, M. A. (2014). Rancangan Kontrol dan monitoring kelembaban pada cubicle substation runway 28 menggunakan power line carrier di bandar udara juanda Surabaya
- [7] Kementerian Komunikasi dan Informatika. (2020). Regulasi IoT di Indonesia. Jakarta
- [8] Muchtar, Husnibes. (2020). Rancang Bangun Alat Pengendali Mekanikal Switchgear dan Monitoring Arus Kubikel Jarak Jauh Menggunakan PC dengan Sinyal Komunikasi SMS Berbasis Arduino. Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Mataram
- [9] Mustika. (2020). Pengembangan modul fisika berbasis budaya madihin untuk melatih karakter dayung Baimbai. Physics Education, Faculty of Teacher Training and Education Universitas Lambung Mangkurat, Indonesia Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura"