

Sistem Monitoring Daya Listrik Gedung Terpadu Politeknik Negeri Balikpapan Berbasis *Internet of Things* (IoT)

Hilmansyah^{1*}, Angga Wahyu Aditya², Firman Ari Laksono^{1*,2,3}
Politeknik Negeri Balikpapan

*Email: hilmansyah@poltekba.ac.id

Electrical energy has become a basic need for human life that must be processed and managed optimally. The electrical power monitoring system aims to optimize the use of electrical power. Conventional methods for monitoring electrical power still focus on recording electricity consumption. Current technological developments have enabled a system for recording electrical power consumption automatically and can be monitored in real-time and anywhere. The PM2120 power meter, with installation on the main distribution panel of the building and an Arduino equipped with an ethernet shield, allows electrical power monitoring by applying the IoT concept so that electrical power monitoring can be carried out anytime and anywhere. Based on the test results, this electric power usage monitoring tool can be connected online and in real-time and can be monitored remotely using the Blynk Website. The use of electric power in a day in the Integrated Building is monitored for the active power of 17 kW to 42.04 kW while for reactive power of 0.4 kVAR up to 5 kVAR and for apparent power of 17 kVA to 43 kVA. The increase in the use of electric power occurred starting at 06:00 WITA until 18:00 WITA. This was due to lecture activities in the Integrated Building at the Balikpapan State Polytechnic.

Keywords: IoT, PM2120, Arduino, Power Monitoring System

Abstrak

Energy listrik telah menjadi kebutuhan pokok bagi kehidupan manusia yang harus diolah dan dikelola secara optimal. Sistem pemantauan daya listrik bertujuan untuk mengoptimalkan penggunaan daya listrik. Sistem konvensional pemantauan daya listrik masih berfokus pada pencatatan konsumsi listrik. Perkembangan teknologi saat ini, telah memungkinkan sistem pencatatan konsumsi daya listrik secara otomatis dan dapat dipantau secara *real-time* dan dimana saja. Alat ukur daya PM2120 dengan pemasangan pada panel distribusi utama gedung yang dikombinasikan dengan arduino yang dilengkapi dengan *ethernet shield* memungkinkan pemantauan daya listrik dengan menerapkan konsep IoT sehingga dapat dilakukan pemantauan daya listrik kapan saja dan dimana saja. Berdasarkan hasil pengujian alat pemantauan penggunaan daya listrik ini dapat terhubung secara *online* dan *real time*, serta dapat dipantau secara jarak jauh dengan menggunakan *Website Blynk*. Penggunaan daya listrik dalam sehari pada Gedung Terpadu terpantau untuk daya aktif sebesar 17 kW sampai dengan 42.04 kW sedangkan untuk daya reaktif 0,4 kVAR sampai dengan 5 kVAR dan untuk daya semu 17 kVA sampai dengan 43 kVA. Peningkatan penggunaan daya listrik terjadi dimulai pukul 06:00 WITA sampai pukul 18:00 WITA hal ini disebabkan terdapat aktivitas perkuliahan di Gedung Terpadu pada Politeknik Negeri Balikpapan.

Kata kunci: *IoT, PM2120, Arduino, Sistem Pemantauan Daya.*

1. Pendahuluan

Dalam pemanfaatannya, listrik merupakan salah satu kebutuhan manusia sebagai sumber daya ekonomi yang dibutuhkan dalam berbagai kegiatan. Seiring dengan pertumbuhan penduduk, besarnya investasi, dan teknologi penggunaan energi listrik menjadi suatu keharusan dan tidak dapat dihindari mengingat energi listrik sangat mendukung fasilitas industri, bisnis modern, dan pendidikan. Penggunaan daya listrik yang berlebihan dan tidak efisien akan meningkatkan biaya penggunaan daya listrik, oleh karena itu perlu adanya program pemantauan daya listrik. Kebutuhan listrik disetiap tahunnya mengalami peningkatan. Menurut Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) laju pertumbuhan kebutuhan listrik pada sektor komersial adalah moderat, sekitar 4,9% kecuali pada tahun 2020 mengalami penurunan hingga 7%.

Adapun pangsa relatif stabil pada kisaran 23%. Pada masa pandemi 2020, pangsa kebutuhan listrik sektor rumah tangga adalah yang tertinggi yaitu sekitar 47%. Namun secara perlahan, pangsa tersebut turun, karena adanya peralihan ke sektor transportasi dan industri. Dengan implementasi kendaraan listrik, termasuk transportasi massal, laju pertumbuhan kebutuhan listrik sektor transportasi luar biasa, yaitu 18% pertahun dalam skenario *Business as Usual* (BAU) dan 23% sektor kendaraan listrik atau *Electrical Vehicle* (EV). Kebutuhan listrik total sampai dengan tahun 2050 tumbuh pada kisaran 4,7% per tahun (BAU) dan meningkat menjadi 5% karena penerapan kendaraan listrik (EV). Walaupun kebutuhan listrik sempat turun 7% pada tahun 2020 akibat pandemi COVID-19, setelah tahun 2020 kembali meningkat hingga 1.083 *TerraWatt-hour* (TWh) (BAU) dan 1.193 TWh (EV) pada tahun 2050. Kebutuhan listrik sektor industri diperkirakan akan jauh lebih tinggi dibandingkan sektor lainnya, dengan pangsa mendekati 38% (BAU) dan 34% (EV), terutama setelah periode tahun 2040 akibat tumbuhnya sektor manufaktur [1].

Sumber daya energi khususnya yang tidak terbarukan seperti minyak, gas, batu bara (energi fosil) semakin lama akan terus berkurang sesuai dengan pemakaian yang terus meningkat. Pangsa permintaan sumber daya energi tak terbarukan pada periode tahun 2019 - tahun 2050 akan meningkat signifikan. Diperkirakan 2.907,8 juta setara barel minyak (SBM) akan dibutuhkan pada tahun 2050, dibandingkan dengan hanya 989,9 SBM pada tahun 2019. [1]. Hal ini akan menimbulkan krisis energi dikemudian hari khususnya untuk generasi yang akan datang, Untuk itu berdasarkan Peraturan menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) nomor 13 tahun 2012 menyatakan bahwa dalam rangka peningkatan penghematan pemakaian tenaga listrik, perlu dilakukan pemakaian tenaga listrik secara efisien dan rasional, tanpa mengurangi keselamatan, kenyamanan dan produktivitas.

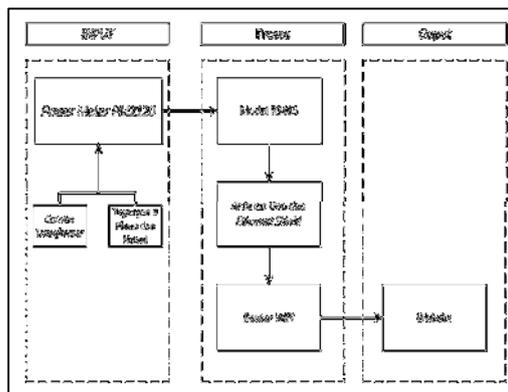
Dalam menanggulangi masalah penggunaan daya listrik yang berlebih, diperlukan program konservasi daya listrik dengan melakukan kegiatan pemantauan dan evaluasi penggunaan daya listrik [2], [3], [4]. Pemantauan daya listrik dapat membantu mendapatkan gambaran umum tentang konsumsi energi, distribusi energi, biaya energi, dan penghematan energi. Harapannya dapat digunakan untuk menemukan penggunaan daya listrik yang berlebihan, mengambil tindakan untuk menghemat, dan melakukan peningkatan yang dapat ditindaklanjuti untuk meningkatkan akurasi penggunaan daya listrik.

Penelitian mengenai sistem monitoring daya listrik baik dalam sistem satu fasa maupun tiga fasa telah banyak dilakukan. Penggunaan mikrokontroler seperti Arduino mega 2560 yang terhubung dengan sensor arus ACS712, serta ZMPT101b menjadi alternative paling mudah untuk memantau penggunaan daya pada sistem satu fasa [5], [6], [7]. Metode pemantauan ini masih memiliki kelemahan pada sisi standar yang digunakan, keterbatasan pengaplikasian pada bangunan dengan daya kecil dan tidak dapat dilakukan pemantauan

pada jarak jauh [8], [9], [10]. Penambahan sistem monitoring berbasis IoT dengan metode dan komponen yang serupa telah banyak dilakukan baik menggunakan website maupun smartphone [11], [12], [13]. Sistem monitoring daya listrik dengan menggunakan dengan standar industri telah dilakukan menggunakan PM810 namun tidak dilengkapi dengan sistem monitoring berbasis IoT [14], [15]. Pada penelitian ini, menggunakan perangkat pemantauan daya yang sesuai dengan standar yakni PM2120 yang terhubung dengan arduino yang dilengkapi dengan *ethernet shield* sebagai perangkat IoT.

2. Metoda Penelitian

Adapun rancangan alat untuk rancang bangun alat *monitoring* penggunaan daya listrik Gedung Terpadu Politeknik Negeri Balikpapan menggunakan Arduino Uno berbasis *Internet of Things* ditunjukkan pada Gambar 1 yang merupakan diagram blok yang meliputi *input*, proses, dan *ouput*.



Gambar 1 Diagram Rancangan Alat

Adapun sistem kerjanya sebagai berikut: *Input* data yang berupa nilai tegangan, arus, daya aktif, daya reaktif, daya semu, frekuensi, dan juga faktor daya yang diperoleh dari *current transformer* dan tegangan sumber 3 Fasa dan Netral yang dihubungkan dengan *Power Meter PM2120*. Dalam tahap proses ini berfungsi sebagai pengendali utama untuk membaca informasi tegangan, arus, daya aktif, daya reaktif, daya semu, frekuensi, dan juga faktor daya yang diambil dari *Power Meter*. Dalam proses ini terdapat komponen RS485 yang

berfungsi sebagai modul komunikasi *serial*. Arduino Uno dan *Ethernet Shield* berfungsi sebagai modul mikrokontroler untuk memproses dan mengirim data. Informasi *ouput* berupa tegangan, arus, daya aktif, daya reaktif, daya semu, frekuensi, dan juga faktor daya tersebut ditampilkan dalam pada *Website* berbasis *Blynk* yang bisa diakses dalam *browser* di komputer. Proses dikirim melalui jaringan *Ethernet* menggunakan kabel *LAN* yang terintegrasi pada Arduino Uno dan *Ethernet Shield*.

3. Hasil Penelitian

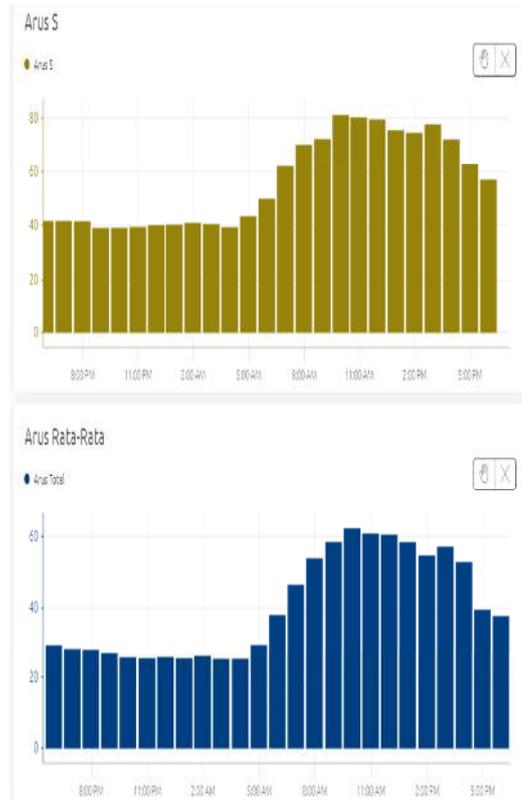
Pada hasil pemantauan ini ditampilkan data – data dari PM2120 sesuai dengan parameter yang telah ditentukan sebelumnya kedalam Website Blynk. Untuk menampilkan data tersebut dengan memasukan source code kedalam Arduino Uno dan mengirimkan data yang dihasilkan kedalam Website. Pada hasil pemantauan ini data penggunaan daya listrik Gedung Terpadu Politeknik Negeri Balikpapan diambil daalam waktu 1 hari.

Pada Gambar 2 dapat dilihat data grafik penggunaan arus di Gedung Terpadu Politeknik Negeri Balikpapan. Pada data tersebut terlihat penggunaan arus tertinggi dimulai dari pukul 10:00 WITA sampai pukul 11:00 WITA, dengan beban arus R 61 Ampere, beban arus S 81 Ampere, dan beban arus T 45 Ampere. Kemudian dapat dilihat juga terjadi penurunan beban pada pukul 18:00 WITA sampai dengan 06:00 WITA dengan beban arus terendah dimulai dari pukul 23:00 WITA sampai dengan pukul 01:00 WITA, dengan beban arus R 16 Ampere, beban arus S 39 Ampere, dan beban arus T 18 Ampere.

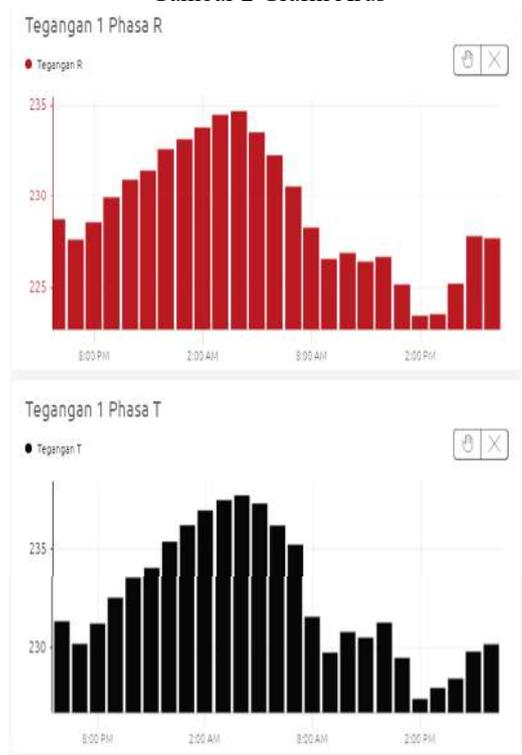
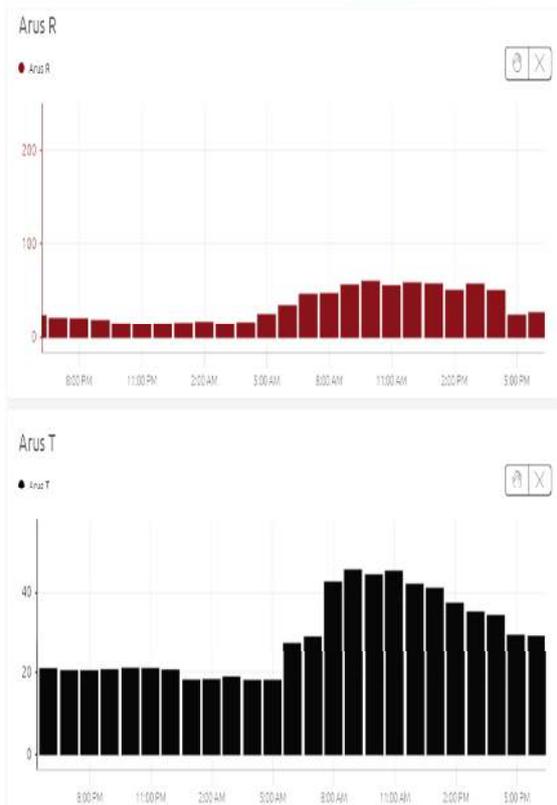
Pada Gambar 3 merupakan data grafik tegangan 1 fasa pada Gedung Terpadu Politeknik Negeri Balikpapan Balikpapan. Pada data tersebut tercatat tegangan pada pukul 06:00 WITA sampai dengan 18:00 WITA dengan tegangan paling rendah dimulai dari pukul 14:00 WITA sampai pukul 15:00 WITA, dengan tegangan fasa R 223 Volt, tegangan fasa S 225 Volt, dan tegangan fasa T 227 Volt, kemudian dapat dilihat terjadi kenaikan tegangan pada pukul 18:00

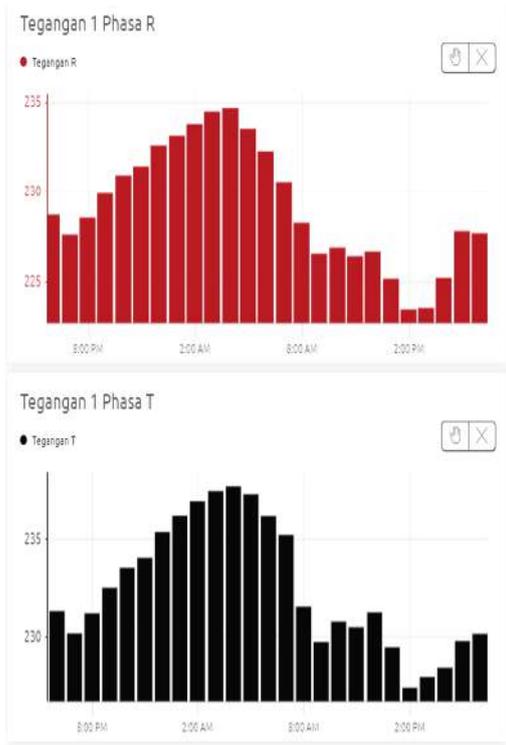
WITA sampai dengan pukul 06:00 WITA dengan tegangan tertinggi pada pukul 04:00 WITA dengan nilai tegangan R 234 Volt, tegangan S 235 Volt, dan tegangan T 237 Volt.

Kemudian dapat dilihat pada Gambar 4 merupakan grafik pembacaan daya yang digunakan pada Gedung Terpadu yang dimulai pada pukul 06:00 WITA sampai dengan pukul 18:00 WITA terdapat kenaikan pada penggunaan daya, yang dimana penggunaan tertinggi pada pukul 10:00 WITA sampai dengan pukul 11:00 WITA dengan nilai daya aktif sebesar 42,04 kiloWatt (kW), daya reaktif sebesar 5,0 kiloVolt-Ampere Reactive (kVAR), dan daya semu atau daya *apparent* sebesar 42,82 kiloVolt-Ampere (kVA). Kemudian pada pukul 18:00 WITA sampai dengan pukul 06:00 WITA penggunaan daya mengalami penurunan dengan penggunaan terendah pada pukul 23:00 WITA sampai dengan pukul 24:00 WITA dengan nilai daya aktif sebesar 17,4 kiloWatt (kW), daya reaktif sebesar 0,436 kiloVolt-Ampere Reactive (kVAR), dan daya semu atau daya *apparent* sebesar 17,80 kiloVolt-Ampere (kVA).

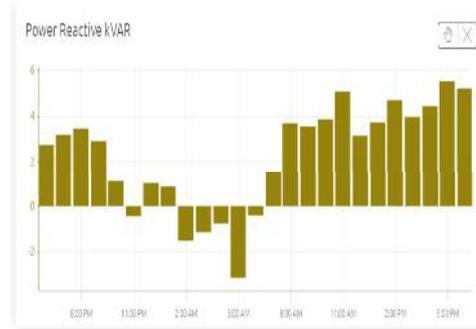
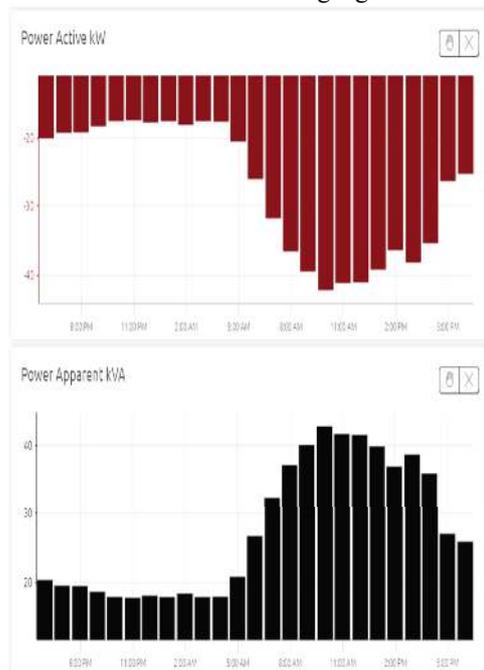


Gambar 2 Grafik Arus





Gambar 3 Grafik Tegangan



Gambar 4 Grafik Daya Listrik

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh, sistem pemantauan konsumsi daya listrik pada gedung terpadu telah menggunakan perangkat berstandar industri dengan sistem pemantauan yang dapat diakses dimana saja. Sistem pemantauan daya listrik menggunakan PM2120 yang dikombinasikan dengan Arduino yang dilengkapi dengan *ethernet shield* dan blynk pada sistem IoT. Hasil pemantauan yang didapatkan menjadi masukan bagi pihak pengelola gedung untuk dapat mengoptimalkan penggunaan daya listrik.

5. Saran

Sistem pemantauan daya listrik pada gedung dapat dikembangkan menjadi sistem management energy listrik dengan konsep *smart building* yang mana mampu mengatur konsumsi daya listrik secara optimal.

6. Daftar Pustaka

- [1] E. Hilmawan, I. Fitriana, A. Sugiyono and A. , Outlook Energi Indonesia 2021 Perspektif Teknologi Energi Indonesia: Tenaga Surya untuk Penyediaan Energi Charging Station, Jakarta: Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT), 2021.
- [2] K. A. N. Saputra, I. B. G. Manuaba and R. S. Hartati, "Upaya Konservasi Energi Listrik Pada Kawasan Pusat Pemerintahan Kabupaten Badung Mangupraja Mandala," *Majalah Ilmiah*

- Teknologi Elektro*, vol. 18, no. 1, pp. 41 - 46, 2019.
- [3] J. A. Tiro, B. Mukhlis, A. Kali, M. M and I. Mahmudi, "KONSERVASI ENERGI LISTRIK PADA BANGUNAN GEDUNG KANTOR BUPATI TOJO UNA-UNA," *Jurnal Ilmiah Foristek*, vol. 11, no. 2, pp. 94 - 99, 2021.
- [4] A. W. Tanod, H. Tumaliang and L. S. Patras, "Konservasi Energi Listrik di Hotel Santika Palu," *E-journal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 4, no. 4, pp. 46 - 56, 2015.
- [5] D. A. Putra and R. Mukhaiyar, "Monitoring Daya Listrik Secara Real Time," *Jurnal Vocational Teknik Elektronika dan Informatika*, vol. 8, no. 2, pp. 26 - 34, 2020.
- [6] S. Mustafa and U. Muhammad, "RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING PENGGUNAAN DAYA LISTRIK BERBASIS SMARTPHONE," *Jurnal MEDIA ELEKTRIK*, vol. 17, no. 3, pp. 127 - 130, 2020.
- [7] N. Ma'muriyah and E. Hamdani, "Prototipe Sistem Monitoring Pemakaian Daya Listrik Rumah Tangga Menggunakan Android," *TELCOMATICS*, vol. 4, no. 2, pp. 20 - 27, 2019.
- [8] K. Hamamni, M. Mukhsim and D. Siswanto, "Prototipe Sistem Monitoring Biaya Penggunaan Listrik Pada Rumah Kos Berbasis IoT," *Journal of Application and Science on Electrical Engineering*, vol. 1, no. 2, pp. 100 - 110, 2020.
- [9] A. Furqon, A. B. Prasetijo and E. D. Widiyanto, "Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Kendali Daya Listrik pada Rumah Kos Menggunakan NodeMCU dan Firebase Berbasis Android," *Techné Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, vol. 18, no. 2, pp. 93 - 104, 2019.
- [10] D. H. Manik, R. Nandika and P. Gunoto, "PENERAPAN INTERNET OF THINGS (IOT) PADA SISTEM MONITORING PEMAKAIAN DAYA LISTRIK RUMAH TANGGA BERBASIS MIKROKONTROLER DAN WEBSITE," *Sigma Teknik*, vol. 4, no. 2, pp. 255 - 261, 2021.
- [11] R. R. Ibrahim and B. Yulianti, "RANCANG BANGUN MONITORING PEMAKAIAN ARUS LISTRIK PLN BERBASIS IoT," *JURNAL TEKNOLOGI INDUSTRI*, vol. 11, no. 2, pp. 43 - 51, 2022.
- [12] J. W. Jokanan, A. Widodo, N. Kholis and L. Rakhmawati, "Rancang Bangun Alat Monitoring Daya Listrik Berbasis IoT Menggunakan Firebase dan Aplikasi Android," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 11, no. 1, pp. 47 - 55, 2022.
- [13] M. N. Adiwiranto, C. B. Waluyo and B. Sudibya, "Sistem Monitoring Konsumsi Energi Listrik Secara Real Time Berbasis Mikrokontroler," *Jurnal Edukasi Elektro*, vol. 6, no. 1, pp. 32 - 41, 2022.
- [14] Y. Badruzzaman, "Real Time Monitoring Data Besaran Listrik Gedung Laboratorium Teknik Sipil

Politeknik Negeri Semarang," *Jurnal Teknik Elektro Terapan (JTET)*, vol. 1, no. 2, pp. 50 - 59, 2012.

- [15] Z. Ahyadi, Amiennudin, E. Prasetyo, Saifullah and I. Noor, "SISTEM IOT UNTUK MONITORING PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK DENGAN PROTOKOL MQTT," *Jurnal POROS TEKNIK*, vol. 13, no. 1, pp. 52 - 58, 2021.