

Alat Monitoring dan Pengendalian Konsumsi Listrik Rumah Tangga Untuk Rumah Pintar Berbasis IoT

Ratnasari Nur Rohmah*, Faiz Nur Alwi, Jatmiko

Jurusan Teknik Elektro/Fakultas Teknik – Universitas Muhammadiyah Surakarta
Surakarta, Indonesia

*Ratnasari.Rohmah@ums.ac.id

Abstract— *The smart home concept is one example of the results on advance technology application. This model apply technology that relies on the concept of IoT (Internet of Things). This concept allows all the equipment in the house to be remote controlled using a smartphone. This study develops telemonitoring and telecontrolling electricity consumption on a household based on IoT application. The main component used in the hardware system development were ZMPT101B voltage sensor, ACS712 current sensor, relay, power supply, Arduino Uno, and nodeMCU. As user interface, we use blynk application that run on user smartphone. The test results show that the system has worked properly. Good performance showed both in the monitoring function, as well as in manual and automatic relay control function.*

Abstrak— Konsep rumah pintar merupakan salah satu contoh hasil penerapan teknologi maju. Model ini menerapkan teknologi yang mengandalkan konsep IoT (*Internet of Things*). Konsep ini memungkinkan semua peralatan di rumah dikendalikan dari jarak jauh menggunakan smartphone. Penelitian ini mengembangkan *telemonitoring* dan *telecontrolling* konsumsi listrik pada rumah tangga berbasis aplikasi IoT. Komponen utama yang digunakan dalam pengembangan sistem perangkat keras adalah sensor tegangan ZMPT101B, sensor arus ACS712, relay, *power supply*, Arduino Uno, dan nodeMCU. Sebagai antarmuka pengguna, penelitian ini menggunakan aplikasi blynk yang berjalan di *smartphone* pengguna. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem telah bekerja dengan baik. Kinerja yang baik ditunjukkan baik pada fungsi pemantauan, maupun pada fungsi kontrol relai manual dan otomatis.

Kata Kunci— *Smart home; Electricity; IoT; Monitoring; Controlling*

I. PENDAHULUAN

Konsep rumah pintar merupakan contoh penerapan dalam kecanggihan teknologi yang mengandalkan konsep IoT (*Internet of Things*). Nantinya semua peralatan yang ada didalam rumah akan dapat dikendalikan melalui satu alat yaitu telepon pintar. Banyak ragam yang dapat dilakukan dengan adanya rumah pintar, salah satunya adalah dengan memonitoring aliran listrik yang mengalir pada setiap barang elektronik, serta mengendalikan nyala dan mati pada barang elektronik tersebut dari jarak jauh.

Listrik merupakan salah satu energi yang tidak dapat dipisahkan dalam kehidupan sehari-hari. Kebutuhan listrik sangatlah diperlukan untuk menyalakan barang elektronik dan membantu pekerjaan rumah tang-

ga. Apabila aliran listrik lancar maka semua peralatan yang menggunakan listrik juga akan bekerja dengan lancar, namun apabila aliran listrik terganggu maka semua peralatan yang menggunakan listrik juga akan terganggu.

Indonesia merupakan negara dengan jumlah penduduk yang terus meningkat setiap tahunnya. Hal ini berbanding lurus dengan penggunaan listrik yang terus meningkat pula pada setiap tahunnya. Menurut BPS (Badan Pusat Statistik) pada tahun 2017, pelanggan PLN (Perusahaan Listrik Negara) pada rumah tangga mencapai 63 juta atau lebih tepatnya 63.510.132 pelanggan. Angka ini melonjak drastis dibandingkan 2 tahun sebelumnya yang hanya mencapai 56 juta atau lebih tepatnya 56.649.029 pelanggan. Penggunaan listrik pada tahun 2017 mencapai 1.02 MWh/kapita, sedangkan penggunaan listrik 2 tahun sebelumnya hanya 0,91 dan 0,95 MWh/kapita (<https://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/1106>).

Untuk menghitung penggunaan listrik khususnya

Naskah diterima 14 Juli 2021, diterima setelah revisi 22 Juli 2021, terbit online 25 Februari 2022. Emitor merupakan jurnal Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta yang terakreditasi Sinta 4 dengan alamat Gedung H Lantai 2 UMS, Jalan Ahmad Yani Tromol Pos 1 Surakarta Indonesia 57165.

di rumah tangga, pemerintah menyediakan alat yang bernama kWh meter. Nantinya konsumen diharuskan membayar jumlah tagihan listrik setiap bulannya berdasarkan banyaknya listrik yang dihitung dari alat tersebut. Namun seiring berjalannya waktu, kWh meter pasca bayar dinilai kurang efisien dan dianggap tidak dapat mengontrol penggunaan listrik konsumen setiap bulannya. Menanggapi akan hal itu, pemerintah meluncurkan program baru yaitu mengganti penggunaan kWh meter pasca bayar menuju kWh meter pra bayar. Dengan adanya kWh meter pra bayar ini, diharapkan konsumen dapat lebih menghemat dan mengontrol penggunaan listrik sehari-hari, karena konsumen sendiri yang harus mengisi energi listrik dalam kWh meter dengan pembelian pulsa. Namun pada kenyataannya, banyak konsumen yang belum dapat mengontrol penggunaan listriknya karena tiba-tiba energi listrik yang ada langsung habis tanpa disadari.

Beberapa peneliti mengatasi permasalahan dengan merancang alat monitoring daya pintar yang bertujuan untuk memonitoring penggunaan energi listrik. Beberapa peneliti memanfaatkan mikrokontroler ATmega328 [1–6]. Peneliti lain memanfaatkan Arduino untuk memonitor arus dan tegangan listrik [7–12]. Penelitian-penelitian yang dilakukan oleh para peneliti pendahulu tersebut, menitikberatkan pada monitoring penggunaan daya listrik dengan memonitor besarnya arus dan tegangan saat pemakaian listrik.

Pada tahun-tahun terkini, penelitian berkembang pada monitoring daya listrik jarak jauh. Konsumen listrik tidak perlu berada pada lokasi dimana meter listrik berada untuk dapat memonitoring penggunaan daya listrik. Salah satu penelitian tersebut adalah rancang bangun alat monitoring arus dan tegangan berbasis mikrokontroler dengan SMS Gateway [13, 14]. Peneliti lain, memanfaatkan koneksi bluetooth pada telepon pintar android, dalam melakukan monitoring arus dan tegangan pada *inverter* tiga fase [7]. Peneliti lain merancang bangun alat monitoring arus dan tegangan, serta kecepatan motor induksi 3 fasa, dengan memanfaatkan jaringan internet untuk transmisi data hasil monitoring [15–21].

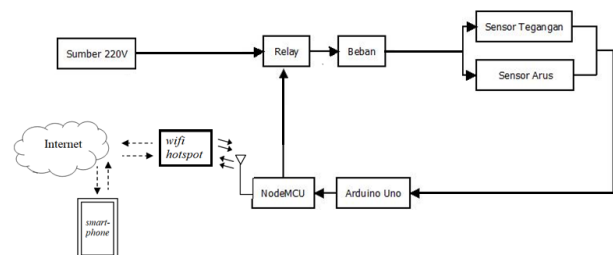
Sejauh yang peneliti tahu, belum ada penelitian yang menggabungkan antara monitoring daya listrik dan pengendalian konsumsi daya listrik. Penelitian ini bermaksud mengembangkan peralatan monitoring yang telah dikembangkan oleh peneliti terdahulu, dengan menambahkan kemampuan untuk pengendalian konsumsi daya listrik. Peralatan yang dikembangkan akan berbasis IoT sehingga monitoring dan pengendalian dilakukan jarak jauh dengan memanfaatkan jaringan

internet untuk transmisi data.

II. METODE PENELITIAN

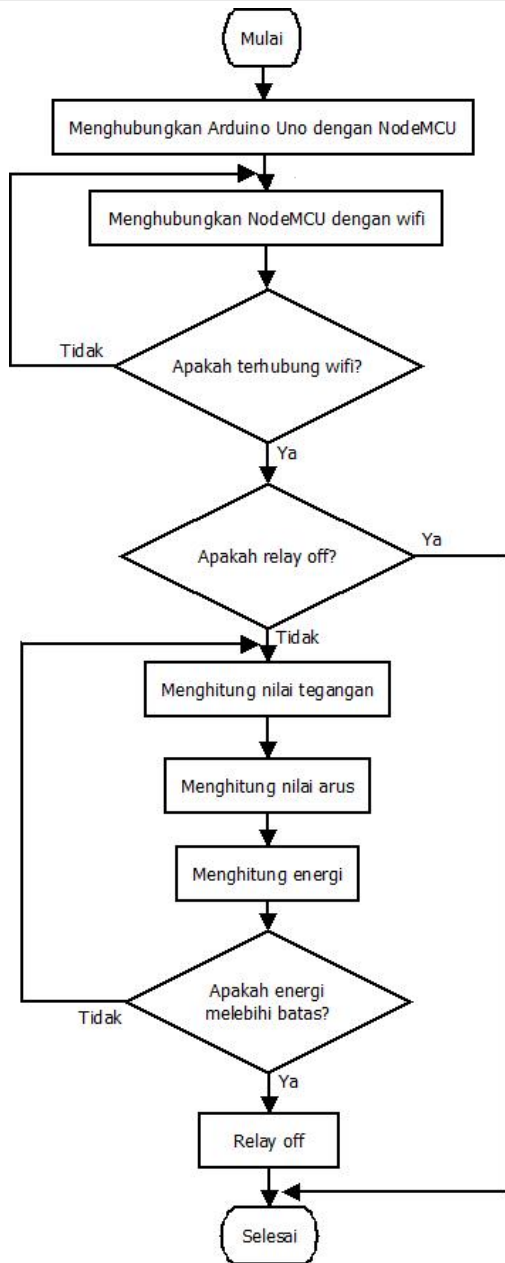
Diagram blok dari rancang-bangun alat pada penelitian ini diperlihatkan pada Gambar 1. Saluran fasa dari sumber energi listrik 220 volt dari PLN disambungkan dengan relay yang akan berfungsi untuk memutuskan dan menyambung aliran listrik yang menuju pada beban. Relay ini akan mengendalikan konsumsi listrik dengan kendali jarak jauh, sedangkan proses monitoring konsumsi daya listrik dilakukan dengan monitoring tegangan dan arus pada beban. Monitoring arus dilakukan dengan sensor ACS712, sedangkan monitoring tegangan dilakukan sensor tegangan ZMPT101B. Data hasil dari monitoring kedua sensor tersebut kemudian dibaca oleh arduino uno dan dikirimkan menuju nodeMCU ESP8266 melalui komunikasi Rx dan Tx. Data yang terbaca pada arduino uno akan terbaca juga oleh nodeMCU dan dari nodeMCU inilah kemudian dapat ditampilkan dan dikontrol melalui platform blynk pada telepon pintar.

Berdasarkan *flowchart* cara kerja alat pada Gambar 2, sistem otomatis bekerja dimulai dengan menghubungkan arduino uno dengan nodeMCU melalui serial komunikasi Rx dan Tx. Kemudahan supaya dapat tampil pada platform blynk maka nodeMCU harus mendapat koneksi internet dengan platform tersebut. Apabila sudah terkoneksi maka pada tampilan blynk akan terlihat nilai dari monitoring sensor arus dan sensor tegangan, sekaligus dapat mengetahui daya yang diperlukan dalam setiap detiknya. Pada program sudah diset nilai batas maksimal penggunaan daya, apabila sudah melewati batas yang ditentukan maka relay akan merespon dengan cara bekerja atau mati secara otomatis. Namun apabila nilai belum mencapai batas maksimal, maka tampilan akan terus menghitung dan menjumlah daya yang digunakan. Dalam alat ini, daya yang digunakan adalah daya VA atau yang sering disebut daya aktif.



Gambar 1: Diagram blok perancangan sistem

Selain pengendalian relay secara otomatis berdasarkan nilai daya maksimum yang ditentukan melalui



Gambar 2: Diagram alir prinsip kerja otomatis alat

telepon pintar, relay juga bisa dikendalikan secara manual. Pengendalian manual ini berupa pengendalian jarak-jauh dengan memberikan perintah langsung agar sistem menghidupkan atau mematikan relay. Jika perintah manual ini dijalankan, maka sistem otomatis akan tergantikan oleh perintah manual ini.

III. HASIL PENELITIAN DAN DISKUSI

i. Realisasi Perangkat Keras Alat

Perangkat keras alat dibuat menggunakan dasaran PCB ukuran 13 x 18,5 cm, seperti terlihat pada Gambar 3. Komponen yang terdapat pada perangkat keras ini an-

antara lain: mikrokontroler arduino uno dan nodeMCU, sensor tegangan ZMPT101B, sensor arus ACS712, relay, *power supply*, steker, stop kontak, dan rangkaian penurun tegangan.

Perangkat keras yang dikembangkan terdiri-dari 3 buah alat yang sama bentuknya. Meskipun demikian, masing-masing alat memiliki fungsi masing-masing. Sesuai dengan judul yaitu pengendalian konsumsi listrik dalam rumah tangga, maka seluruh alat elektronik yang ada pada rumah tangga nantinya harus dikendalikan penggunaannya. Penulis membagi menjadi dua bagian alat, yang pertama yaitu alat yang akan diletakkan di bawah kWh meter yang berfungsi sebagai pengendali utama dan pemantau banyaknya daya yang digunakan dalam satu rumah. Kedua alat yang lain ditempatkan di setiap barang elektronik yang akan dipantau maupun dikendalikan. Pengendalian dilakukan dengan relay yang berfungsi untuk menyambung atau memutus aliran listrik sesuai dengan perintah pengguna.

ii. Uji Pemantauan dan Kendali

Pemantauan daya oleh pengguna dilakukan dengan melihat data yang dikirimkan oleh sistem melalui aplikasi blynk yang ada pada telepon pintar pengguna. Selain itu, pengguna dapat mengendalikan relay secara manual melalui menu yang tersedia pada aplikasi blynk. Gambar 4 memperlihatkan tampilan blynk pada telepon pintar pengguna.



Gambar 3: Perangkat keras alat

Hasil uji coba menunjukkan sistem berhasil mengirimkan data hasil pantauan pada pengguna. Tampilan hasil monitoring penggunaan energi listrik pada jalur utama (di kWh-meter), diperlihatkan pada tampilan atas layar. Pemantauan pada bagian ini dilakukan dengan memantau arus, tegangan, dan daya terpakai dalam VA dan VAh. Pengendalian relay secara manual pada alat ini dilakukan dengan menu tombol D3, se-



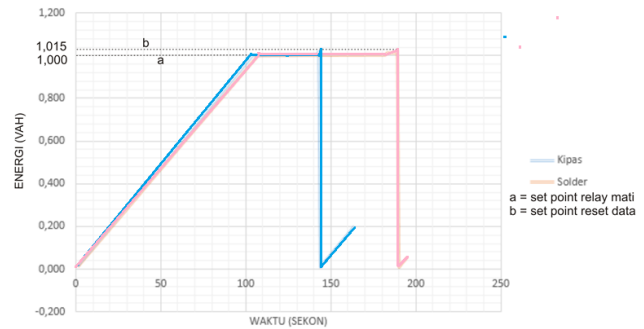
Gambar 4: Tampilan blynk pada layar pengguna

dangkan pada peralatan yang ditempatkan untuk mengendalikan penggunaan listrik pada peralatan elektronik, pemantauan hanya pada daya yang digunakan oleh peralatan elektronik, dalam VA dan VAh. Pada peralatan ini juga disediakan menu untuk pengendalian otomatis di luar seting nilai limit, dengan tombol D0 dan D4.

iii. Uji Pengendalian Relay

Gambar 5 memperlihatkan hasil uji coba pada fungsi otomatis relay sistem. Pada uji coba ini, digunakan dua perangkat elektronik berupa kipas angin dan solder. Nilai seting limit energi listrik pada uji coba tersebut adalah 1 VAh. Grafik menunjukkan bahwa relay secara otomatis akan mati saat daya yang digunakan oleh perangkat mencapai limit daya yang ditentukan. Pada grafik, nilai konstan memperlihatkan besarnya energi listrik yang sudah digunakan oleh perangkat elektronik. Data besarnya energi listrik ini yang dikirimkan pengguna melalui jaringan internet, pada layar telepon pintar pengguna.

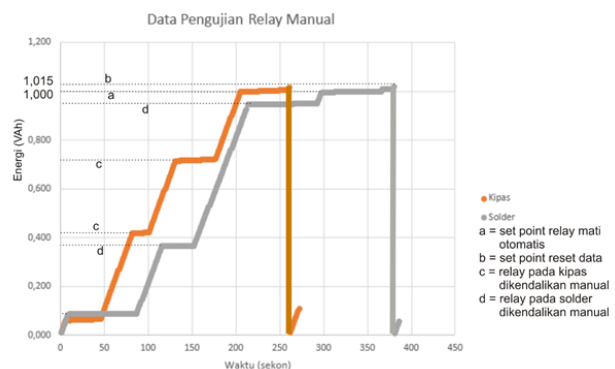
Seting nilai untuk reset data digunakan dalam pemantauan pemakaian energi listrik yang berikutnya. Pada pengujian ini seting nilai reset data adalah pada 1,015 VAh. Nilai ini dipilih agar reset data dari da-



Gambar 5: Grafik hasil uji coba relay otomatis

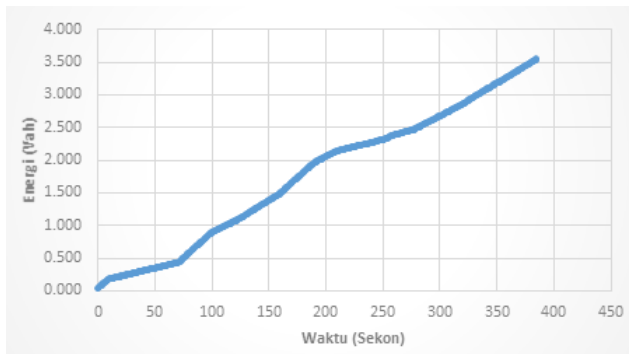
ta lama dilakukan dalam waktu yang singkat. Pada grafik diperlihatkan, setelah mencapai nilai ini, maka penghitungan energi listrik dimulai dari nol lagi.

Pada percobaan fungsi relay manual sistem, uji coba dilakukan dengan mengendalikan secara manual relay sistem melalui aplikasi blynk pada telepon pintar pengguna. Gambar 6 memperlihatkan energi listrik yang terukur pada masing-masing beban dengan relay yang dikendalikan secara manual. Garis mendatar pada kurva energi listrik memperlihatkan energi listrik terukur setelah relay mati. Pada sistem ini, pengukuran penggunaan energi tidak dihentikan selama seting nilai relay otomatis tercapai sehingga energi listrik setelah relay kembali dihidupkan akan ditambahkan pada nilai energi listrik yang dipakai sebelumnya.



Gambar 6: Grafik pengujian relay manual

Peralatan pemantau yang ditempatkan pada kWh meter tidak didesain untuk mereset data mengikuti bekerjanya relay. Hasil pengukuran pada alat ini berupa data kumulatif pemakaian energi listrik dalam satu rumah. Grafik pada Gambar 7 memperlihatkan hasil data hasil pengukuran tersebut. Grafik menunjukkan kurva yang menaik selaras dengan kenaikan pemakaian energi listrik. Kurva cenderung mendatar pada grafik ini menunjukkan pada saat itu relay memutuskan arus listrik sehingga kurva melandai.



Gambar 7: Grafik hasil pengukuran energi listrik terpakai oleh peralatan monitoring yang ditempatkan pada kWh meter

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan bahwa keseluruhan alat dapat bekerja dengan baik. Sistem berhasil melakukan pengukuran pemakaian energi listrik dan mengirimkan hasilnya melalui jaringan internet ke telepon pintar pengguna. Relay juga sudah bekerja dengan baik. Baik dalam mode operasi secara manual maupun otomatis. Pengukuran pemakaian listrik pada peralatan yang ditempatkan pada peralatan elektronik memberikan data akumulatif sampai limit energi listrik yang ditentukan, sebelum data direset. Pengukuran pemakaian listrik pada peralatan yang ditempatkan pada kWh memberikan data total pemakaian tanpa terpengaruh reset data yang ada pada peralatan yang ditempatkan pada peralatan elektronik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Lumbantoruan, F. Silalahi, A. Sembiring, dan J. Silitonga, "Rancang bangun prototype meteran listrik Prabayar," *Semantik*, vol. 4, no. 1, 2014.
- [2] N. Arifin, R. S. Lubis, dan M. Gapy, "Rancang bangun prototype power meter 1 fasa berbasis mikrokontroler atmega328p," *Jurnal Komputer, Informasi Teknologi, dan Elektro*, vol. 4, no. 1, 2019.
- [3] Y. I. Inasa, B. P. Lapanporo, dan I. Sanubary, "Rancang bangun alat kontrol pemakaian energi listrik berbasis mikrokontroler atmega 328p pada rumah indeks," *PRISMA FISIKA*, vol. 6, no. 3, 2018.
- [4] J. Jumrianto dan M. T. Prasetyo, "Perancangan dan pembuatan prototipe kwh-meter digital 1 fasa berbasis microcontroller avr atmega 32," *Media Elektrika*, vol. 9, no. 2, 2016.
- [5] Y. I. Inasa, B. P. Lapanporo, dan I. Sanubary, "Rancang bangun alat kontrol pemakaian energi listrik berbasis mikrokontroler atmega 328p pada rumah indeks," *PRISMA FISIKA*, vol. 6, no. 3, 2018.
- [6] I. P. Sari, Y. Away, dan Z. Zulhelmi, "Desain sistem verifikasi pemakaian listrik pada kwh-meter analog secara visual berbasis atmega 328p," *Jurnal Komputer, Informasi Teknologi, dan Elektro*, vol. 4, no. 3, 2019.
- [7] M. J. Mnati, A. Van den Bossche, dan R. F. Chisab, "A smart voltage and current monitoring system for three phase inverters using an android smartphone application," *Sensors*, vol. 17, no. 4, p. 872, 2017.
- [8] —, "A smart voltage and current monitoring system for three phase inverters using an android smartphone application," *Sensors*, vol. 17, no. 4, p. 872, 2017.
- [9] K. Okafor, G. Ononiwu, U. Precious, dan A. Godis, "Development of arduino based iot metering system for on-demand energy monitoring," *International Journal of Mechatronics, Electrical and Computer Technology*, vol. 7, pp. 3208–3224, 2017.
- [10] D. D. Tung dan N. M. Khoa, "An arduino-based system for monitoring and protecting overvoltage and undervoltage," *Engineering, Technology & Applied Science Research*, vol. 9, no. 3, pp. 4255–4260, 2019.
- [11] K. Krishnamurthi, S. Thapa, L. Kothari, dan A. Prakash, "Arduino based weather monitoring system," *International Journal of Engineering Research and General Science*, vol. 3, no. 2, pp. 452–458, 2015.
- [12] A. L. Vergara dan H. M. Villaruz, "Development of an arduino-based automated household utility power monitoring system," in *2014 International Conference on Humanoid, Nanotechnology, Information Technology, Communication and Control, Environment and Management (HNICEM)*. IEEE, 2014, pp. 1–6.
- [13] F. Afrizal, K. Endah, dan G. Herri, "Rancang bangun alat monitoring arus dan tegangan berbasis mikrokontroler dengan sms gateway," *ELECTRICIAN–Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, vol. 10, no. 2, pp. 87–98, 2016.
- [14] M. Safii dan V. Vidy, "Perancangan bangun alat monitoring notifikasi tegangan genset berbasis internet of things dan sms gateway," *Sebatik*, vol. 23, no. 1, pp. 178–184, 2019.
- [15] R. M. M. Wilutomo dan T. Yuwono, "Rancang bangun monitor arus dan tegangan serta kecepatan motor induksi 3 fasa menggunakan web berbasis arduino due," *Gema Teknologi*, vol. 19, no. 3, pp. 19–24, 2017.
- [16] D. Shyamala, D. Swathi, J. L. Prasanna, dan A. Ajitha, "Iot platform for condition monitoring of industrial motors," in *2017 2nd International Conference on Communication and Electronics Systems (ICCES)*. IEEE, 2017, pp. 260–265.
- [17] D. K. Soother dan J. Daudpoto, "A brief review of condition monitoring techniques for the induction motor," *Transactions of the Canadian Society for Mechanical Engineering*, vol. 43, no. 4, pp. 499–508, 2019.
- [18] A. Çakir, H. Çalis, dan G. Turan, "Remote controlling and monitoring of induction motors through internet," *TELKOMNIKA Indonesian Journal of Electrical Engineering*, vol. 12, no. 12, pp. 8051–8059, 2014.
- [19] R. Bayındır dan S. Vadi, "Real-time monitoring and control of the parameters of an induction motor," *Elektronika Ir Elektrotehnika*, vol. 19, no. 10, pp. 145–150, 2013.
- [20] M. Şen dan B. Kul, "Iot-based wireless induction motor monitoring," in *2017 XXVI International Scientific Conference Electronics (ET)*. IEEE, 2017, pp. 1–5.
- [21] H. Barksdale, Q. Smith, dan M. Khan, "Condition monitoring of electrical machines with internet of things," in *SoutheastCon 2018*. IEEE, 2018, pp. 1–4.