Prototype Sistem Monitoring Energi Listrik untuk AC Split Berbasis NodeMCU dan Internet of Things

Haolia Rahman[#], Devi Handaya

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta Jl. Prof. Dr. G. A. Siwabessy, Kampus Baru UI Depok, Jawa Barat, Indonesia *haolia.rahman@mesin.pnj.ac.id

Abstrak

Konsumsi energi listrik oleh mesin pendingin ruangan individual atau air conditoner (AC) split memiliki rata-rata proporsi terbesar dibanding dengan peralatan elektronik rumah tangga lainnya. Namun demikian, pengguna AC tidak menyadari akan hal ini sehingga kerap kali penggunaanya tidak sesuai dengan kebutuhan. Untuk itu, pada penelitian ini prototype sistem monitoring energi listrik AC dibuat agar konsumsi energi listrik dapat dimonitor oleh pengguna melalui smartphone. Prototype alat ukur ini dibuat terpisah dengan unit AC dimana perangkatnya yang mudah untuk dipasang diantara koneksi listrik unit AC dengan sumber listrik. Perangkat sistem monitoring ini mempunyai komunikasi Wi-Fi sehingga monitoring energi AC dapat diakses melalui smartphone dengan sistem operasi Android. Komponen prototype sistem monitoring ini meliputi microcontroller NodeMCU, sensor arus, catu daya, dan casing. Pengujian prototype dilakukan pada AC 0,5 PK di lokasi ruang tidur. Hasil pengukuran sistem monitoring energi ini berupa data arus dan daya yang terukur secara real-time.

Kata kunci: monitoring energi, AC split, Internet of Things

Abstract

The consumption of electrical energy by split air conditioner (AC) has the largest proportion on average compared to other household appliances. However, users are not aware of how high the energy consumption of their AC. In this research, a prototype of energy monitoring system in AC is made so that the consumption of electrical energy can be monitored by users via smartphones. This prototype is made separately from the AC unit where the device is easy to install between the AC unit and the power source. This monitoring system equiped with Wi-Fi communication which enable to monitor the energy via a smart phone based on Android operating system. The prototype components of the monitoring system include a NodeMCU microcontroller, current sensor, step down transformer and a casing. The test chamber was carried out in the bedroom using 0.5 HP of AC. The results of the energy monitoring system are in the form of current and power data that are measured in real-time.

Keywords: energy monitoring, split AC, Internet of Things

I. PENDAHULUAN

Berdasarkan proyeksi kebutuhan listrik nasional sampai dengan tahun 2020 yang dilakukan Dinas Perencanaan Sistem PT. PLN (Persero) dan Tim Energi BPPT, rata-rata kebutuhan listrik di Indonesia tumbuh sebesar 6,5% per tahun atau sebesar 270 TWh di tahun 2020 [1]. Sejalan dengan hal tersebut, meningkatnya jumlah pengguna AC split di semua sektor bangunan di Indonesia berkontribusi terhadap permintaan kebutuhan

energi nasional. Diperkirakan pada 2015, total konsumsi energi dari *Refrigeration and Air Conditioning* (RAC) dimana AC *split* termasuk di dalamnya, mencapai 81,8 TWh atau setara dengan 41% dari total penjualan listrik nasional pada tahun tersebut [2].

Tidak dapat dipungkiri bahwa perilaku pengguna AC sangat menentukan jumlah konsumsi energi yang digunakan [3], namun pengguna tidak mengetahui secara rinci jumlah konsumsi energi listrik yang digunakan. Seringkali AC beroperasi

dengan temperature set jauh di bawah standar kenyamanan, bukaan yang terlalu besar (seperti jendela), atau AC beroperasi secara terus menerus di saat ruangan tidak berpenghuni. Hal tersebut menyebabkan AC bekerja dengan beban yang tidak diharapkan, sehingga mendukung melonjaknya konsumsi energi listrik.

Pada umumnya, penggunaan daya listrik di sektor rumah tangga hanya dapat dimonitor secara global melalui alat ukur kWh meter yang terpasang oleh perusahaan pemasok listrik atau PLN. Alat ukur tersebut tidak memberikan informasi secara rinci mengenai peralatan elektronik yang digunakan dan durasi pemakajannya. Solusi untuk hal ini dapat dilakukan dengan memasang alat monitoring energi listrik secara individu pada masing-masing peralatan elektronik. Riset yang berkaitan dengan monitoring energi pada peralatan listrik melalui Arduino berbasis Internet of Thing (IoT) telah banyak dilakukan [4]-[14]. Sistem monitoring smartphone menjadi primadona berbasis lingkungan riset IoT. Hal ini dikarenakan saat ini banyaknya smartphone pengguna yang memanfaatkan gawainya untuk kebutuhan seharihari [15], [16]. Namun, perangkat monitoring tersebut pada umumnya tidak berbentuk kompak yang dapat dipasang dan dilepas dengan mudah dengan unit AC.

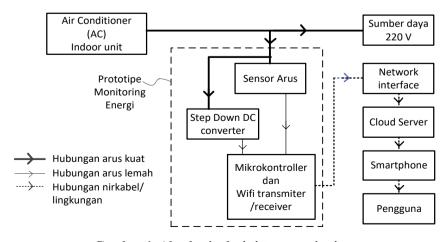
Pada penelitian ini akan dibuat prototype sistem monitoring daya listrik pada AC berbasis IoT agar daya yang digunakan dapat terpantau secara realtime dan berkala. Aplikasi alat ini terbatas pada ruangan dengan perangkat Wi-Fi sehingga monitoring konsumsi energi dapat dilakukan melalui perangkat *smartphone* pengguna dari lokasi dimanapun. Selain itu, prototype ini dirancang dengan casing yang memudahkan saat proses pemasangan dan berukuran kecil. Perangkat keras pendukung alat ini terdiri dari sensor arus, microcontroller yang terintegrasi dengan modul Wi-Fi, catu daya, dan casing. Data penggunaan energi yang diukur oleh alat ini dikirim melalui jaringan internet ke *cloud server* yang kemudian dapat dilihat melalui aplikasi *smartphone* pengguna.

II. METODE PENELITIAN

A. Desain Sistem

Prototype ini dipasang secara terpisah diantara koneksi listrik perangkat AC dengan sumber listrik. Alur kerja dari sistem monitoring ini dapat terlihat pada Gambar 1. Arus kuat yang mengalir dari perangkat AC menuju sumber daya dengan 220 V diukur oleh sensor arus yang kemudian diproses oleh microcontroller yang berperan sebagai Data Acquisition System (DAQ). Kemudian data yang dikumpulkan oleh DAQ dikirimkan melalui modul Wi-Fi transmitter yang terintegrasi dengan modul microcontroller ke network interface. Pada tahapan ini network interface yang terhubung dengan internet yang mengirimkan data ke pangkalan data atau cloud server yang kemudian terkirim ke smartphone pengguna.

Pengujian dilakukan setelah prototype berfungsi dengan baik sesuai dengan perencanaan. Validasi sensor arus dilakukan menggunakan validator berupa alat Ampermeter yang hasilnya seperti ditunjukkan pada Tabel 1. Dev. 1, Dev 2, dan Dev. 3 menunjukkan beberapa jenis peralatan elektronik dengan beban yang berbeda yang digunakan sebagai objek pengukuran. Berdasarkan tabel validasi, diperoleh slope dan intercept sebesar 0,138 dan -0,020 secara berurutan. Pengujian ini menggunakan sumber tegangan listrik sebesar 220 Volt skala rumah tangga dengan beban berupa unit AC Split berdaya 0,5 PK merk Sharp, dengan temperatur AC di atur pada 16°C sepanjang waktu pengujian. Pengujian dilakukan pada ruang tidur dengan luas 6,8 m² seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Alur kerja dari sistem monitoring

Tabel 1. Validasi sensor arus

Perangkat	Dev. 1	Dev. 2	Dev. 3
Validator (A)	0,075	0,161	0,293
Sensor arus	0,840	1,120	2,300



Gambar 2. Ruang pengujian

B. Perangkat Keras

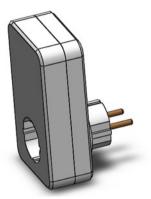
Perangkat keras yang dibuat untuk membangun prototype monitoring energi ini tercantum pada Tabel 2 beserta spesifikasi dan justifikasinya. arus ACS712 digunakan pertimbangan ukurannya yang kecil namun dengan kapasitas pengukuran hingga 30 A. Namun, karena unit AC split yang digunakan saat pengujian hanya berkapasitas 0,5 HP (maksimum 400 Watt) maka sensor arus yang digunakan cukup mempunyai kapasitas 5A. Catu daya yang mengubah sumber tegangan 220V menjadi 5V DC berfungsi sebagai sumber daya bagi microcontroller. Modul NodeMCU ESP 8266 yang berperan sebagai microcontroller dan modul Wi-Fi digunakan mengolah data sensor arus serta menyajikan data dari sensor ke cloud server. Casing berfungsi untuk menempatkan semua komponen dalam satu tempat dan desain dibentuk untuk memudahkan pengguna dalam menginstallasi alat monitoring energi ini dengan unit AC. Casing terbuat dari plastik acrylonitrile butadiene stvrene (ABS) mempunyai bentuk double plug dimana input berasal dari AC dan output menuju sumber listrik seperti ditunjukan oleh Gambar 3.

C. Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak dimulai dari membuat logika pemrograman pada Arduino IDE. Kemudian dibuat sebuah *database* pada *firebase* yang berfungsi untuk menerima data yang dikirimkan melalui koneksi internet. Setelah itu aplikasi perangkat lunak dibuat untuk menampilkan data yang mudah dibaca pada *smartphone*.

Tabel 2. Komponen perangkat keras

Komponen	Spesifikasi
Sensor arus	ACS712 5A
Modul	
<i>microcontroller</i> dan	Node MCU ESP8266
Wi-Fi	
Catu daya	HLK PM01 5V
Casing	Plastik ABS



Gambar 3. Desain casing alat monitoring energi

Perangkat lunak dibuat sebagai penghubung antara pengguna dengan *microcontroller* sebagai *data logger* dari sensor. *Microcontroler* ini terintegrasi dengan Wi-Fi dan internet sebagai akses pertukaran data, sehingga data yang diperoleh oleh sensor di dalam *microcontroller* dapat dibaca oleh pengguna. Perangkat lunak ini berupa suatu aplikasi yang dapat dijalankan oleh *smartphone* dengan sistem operasi Android. Pada aplikasi ini mencantumkan daya listrik, arus yang terukur, dan konsumsi energi listrik total dalam kWh.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

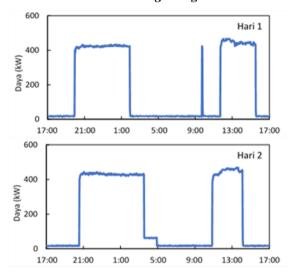
Parameter yang akan di-monitoring yaitu arus listrik (A) dan daya listrik (kWh) yang terpakai selama waktu pengujian. Tampilan antarmuka dari smartphone yang telah dipasang aplikasi monitoring energi seperti diperlihatkan oleh Gambar 4. Berdasarkan gambar tersebut dapat terlihat bahwa aplikasi monitoring energi ini berfungsi dengan baik sesuai dengan perencanaan.

Gambar 5 menunjukkan profil daya listrik dari objek AC yang diukur dalam periode dua hari pengukuran. Secara garis besar setiap harinya unit AC dioperasikan dalam 2 periode yaitu saat tidur malam dan tidur siang. Pengukuran dimulai pada pukul 17:00 tiap harinya. AC mulai dioperasikan pada malam hari pukul 20:00 hingga pukul 01:52 pada hari pertama dan 20:30 hingga pukul 01:52 pada hari kedua. Daya yang terukur pada malam hari berada pada interval 418-430 watt. Sedangkan

Haolia Rahman, dkk: Prototype Sistem Monitoring Energi Listrik ...



Gambar 4. Tampilan antarmuka aplikasi Android untuk *monitoring* energi listrik



Gambar 5. Profil daya listrik AC dalam dua hari pengujian

pada siang hari AC beroperasi selama 3,5 jam dan 3 jam pada hari pertama dan hari kedua dengan ratarata daya yang terukur sebesar 447 watt. Perbedaan daya yang terukur antara siang dan malam terjadi karena pada siang hari temperatur udara luar lebih tinggi dari temperatur saat malam hari dengan ratarata beda temparatur 4°C pada saat pengujian sehingga kompresor akan bekerja lebih berat untuk mencapai *temperature set* yang diinginkan.

IV. KESIMPULAN

Berdasakan hasil perancangan dan pengujian, *prototype* monitoring ini dapat bekerja dengan baik.

Sistem yang dirancang dapat melakukan *monitoring* jumlah daya konsumsi listrik AC selama beroperasi melalui *software* aplikasi yang terpasang di *smartphone*. Aplikasi pada perangkat *mobile* Android yang dibuat berhasil me-*monitor* parameter listrik AC seperti arus listrik dan daya listrik oleh suatu beban terhadap durasi dari pengoperasian AC.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh DIPA PNJ dengan Nomor Kontrak: B.146/PL3.18/PN.00.03/2020.

REFERENSI

- [1] M. Muchlis and A. D. Permana, "Proyeksi Kebutuhan Listrik PLN 2003 s.d. 2020," *Pengemb. Sist. Kelistrikan dan Menunjang Pembang. Nas. Jangka Panjang*, p. 11 Halaman, 2003, [Online]. Available:

 http://www.oocities.org/markal_hppt/publish/clistry/
 - http://www.oocities.org/markal_bppt/publish/slistrk/slmuch.pdf.
- [2] Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, "Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) PT PLN (Persero) 2017-2026." p. 644, 2017, [Online]. Available: http://www.djk.esdm.go.id/pdf/RUPTL/RUPTL PLN 2017-2026.pdf.
- [3] K. A. Rahman, A. Hariri, A. M. Leman, M. Z. M. Yusof, and M. N. M. Najib, "Energy consumption in residential building: The effect of appliances and human behaviour," *AIP Conf. Proc.*, vol. 1831, 2017.
- [4] T. D. Hendrawati, Y. Wicaksono, and E. Andika, "Internet of Things: Sistem Kontrol-*Monitoring* Daya Perangkat Elektronika," *J. Teknol. Rekayasa*, vol. 3, no. 2, 2018.
- [5] I. G. P. M. Eka Putra, I. A. D. Giriantari, and L. Jasa, "*Monitoring* Penggunaan Daya listrik Sebagai Implementasi Internet of Things Berbasis Wireless Sensor Network," *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 16, no. 3, p. 50, 2017.
- [6] S. Sigit and F. Setiawan, "Alat Monitoring Tranformator Menggunakan Metode Tracking Berbasis Arduino Pada PT. PLN," J. CERITA, vol. 4, no. 2, 2018.
- [7] R. T. Hudan, Ivan Safril, "Rancang Bangun Sistem *Monitoring* Daya Listrik Pada Kamar Kos Berbasis Internet of Things (Iot)," *J. Tek. ELEKTRO*, vol. 08, no. 01, pp. 91–99, 2019.
- [8] D. Handarly and J. Lianda, "Sistem *Monitoring* Daya Listrik Berbasis IoT (Internet of Things)," *J. Electron. Control Autom. Eng.*, vol. 3, no. 2, 2018.
- [9] R. Bharathi, M. Madhushee, and P. Kumari, "Power Comsumption *Monitoring* System Using IoT," *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 173, no. 5, 2017.
- [10] D. Mocrii, Y. Chen, and P. Musilek, "IoT-based smart homes: A review of system architecture, *software*, communications, privacy and security," *Internet of Things*, vol. 1–2, pp. 81–98, 2018.

- [11] F. AlFaris, A. Juaidi, and F. Manzano-Agugliaro, *Intelligent homes' technologies to optimize the energy performance for the net zero energy home*, vol. 153. Elsevier B.V., 2017.
- [12] R. Fernando, I. Wibawa, and C. Ekaputri, "Sistem Kendali dan *Monitoring* Penggunaan Daya Listrik Pada Perangkat Listrik Rumah Berbasis IoT," in *E-Proceeding of Engineering*, 2018.
- [13] D. Despa, M. A. Muhammad, A. Suriananto, A. Hamni, G. F. Nama, and Y. Martini, "Monitoring dan Manajemen Energi Listrik Gedung Laboratorium Berbasis Internet of Things (IoT)," Semin. Nas. Tek. Elektro 2018, pp. 2–6, 2018.
- [14] G. Bedi, G. K. Venayagamoorthy, R. Singh, R. R. Brooks, and K. C. Wang, "Review of Internet of Things (IoT) in Electric Power and Energy

- Systems," *IEEE Internet Things J.*, vol. 5, no. 2, pp. 847–870, 2018.
- [15] M. Rubenstein, D. Handaya, and W. Slamet, "Design and Implementation of Productivity *Monitoring* System in Rubber Injection Molding Machine in Real Time Based on Visual Studio and Android Application," in *IOP Conference Series:* Materials Science and Engineering, vol. 384, no. 1, 2018
- [16] D. Handaya, P. B. Laksono, and M. R. A. Cahyono, "Implementation of Electronic Industrial Training Application for Industrial Training Management Based on Netbeans and Android," *J. Pekommas*, vol. 4, no. 1, p. 21, 2019.

Haolia Rahman, dkk: *Prototype* Sistem *Monitoring* Energi Listrik ...