

Monitoring Suhu dan Konsumsi Energi AC *Split* Berbasis Blynk IoT

Nyoman Sugiarta^{1,*}, I Dewa Made Gede Surya Okgiarta², I Made Sugina³, I Dewa Gede
Agus Tri Putra⁴

^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bali, Kampus Bukit Jimbaran, Kuta Selatan,
Badung, Bali, 80364

*sugiarta@pnb.ac.id

Diterima: 30 12 2024

Direvisi: 06 01 2025

Disetujui: 30 01 2025

ABSTRAK

AC *split* adalah perangkat pendingin aktif yang dirancang untuk menjaga kenyamanan termal di dalam ruangan. *Setpoint* suhu ruangan merupakan faktor utama yang mempengaruhi konsumsi energi pada AC *split*. Penyesuaian suhu secara manual melalui *remote control* yang tidak sesuai dengan beban panas ruangan dapat menyebabkan penggunaan energi yang boros. Oleh karena itu, sistem pemantauan dan pengendalian yang fleksibel dengan akses jarak jauh dan *real-time* menjadi sangat penting. Penelitian ini mengembangkan sistem pemantauan suhu dan konsumsi energi untuk AC *split* berbasis teknologi IoT dengan mengintegrasikan mikrokontroler NodeMCU ESP8266, sensor DHT22, sensor PZEM-016, dan pemancar LED inframerah dalam *platform* Blynk IoT. Sistem ini diuji pada AC *split* berkapasitas 1 PK di ruangan berukuran 4 m x 4 m dengan *setpoint* suhu 22 °C selama 7 jam. Hasil pengujian menunjukkan fluktuasi suhu ruangan antara 21.5 °C hingga 25.2 °C dalam 100 menit selama siklus hidup/mati AC, dengan konsumsi energi total sebesar 5.3 kWh dan daya rata-rata 757 W. Temuan ini menegaskan potensi besar teknologi IoT dalam mendukung pengelolaan energi yang lebih cerdas dan pengoperasian AC *split* yang lebih terintegrasi.

Kata kunci: AC *split*, konsumsi energi, NodeMCU ESP8266, Blynk IoT, monitoring.

ABSTRACT

AC split is an active cooling device designed to maintain indoor thermal comfort. The room temperature setpoint is the main factor affecting energy consumption in a split AC. Manual temperature adjustments via remote control that do not match the room's heat load can lead to excessive energy consumption. Therefore, a flexible monitoring and control system with remote and real-time access becomes very important. This research develops a temperature and energy consumption monitoring system for split ACs based on IoT technology by integrating the NodeMCU ESP8266 microcontroller, DHT22 sensor, PZEM-016 sensor, and infrared LED transmitter into the Blynk IoT platform. This system was tested on a 1 PK split AC in a room measuring 4 m x 4 m with a temperature setpoint of 22 °C for 7 hours. The test results show that room temperature fluctuates between 21.5 °C and 25.2 °C over 100 minutes during the AC's on/off cycle, with a total energy consumption of 5.3 kWh and an average power of 757 W. These findings underscore the significant potential of IoT technology in supporting smarter energy management and more integrated operation of split AC units.

Keywords: split AC, energy consumption, NodeMCU ESP8266, Blynk IoT, monitoring.

PENDAHULUAN

Penggunaan mesin *air conditioner* (AC) terus meningkat seiring dengan kebutuhan akan kenyamanan termal di dalam ruangan, terutama di wilayah tropis seperti Indonesia. Tren ini juga dipengaruhi oleh perubahan iklim global yang menyebabkan suhu udara luar semakin panas, sehingga berkontribusi pada peningkatan konsumsi energi listrik untuk pendinginan [1]. AC, terutama yang digunakan di bangunan komersial dan rumah tinggal menjadi salah satu penyumbang terbesar dalam konsumsi energi listrik sehingga pengelolaan energi AC menjadi salah satu prioritas utama dalam efisiensi energi dan pengurangan dampak lingkungan [2].

Di Indonesia, AC mengkonsumsi energi rata-rata hingga 63% dari total konsumsi energi di bangunan komersial. Pada sektor rumah tinggal, 89% AC yang digunakan memiliki kapasitas hingga 1 PK [3,4], dengan mayoritas berupa tipe AC *split* sebanyak 82%. Meskipun konsumsi energi AC sangat signifikan, penelitian menunjukkan bahwa pengaturan suhu dan deteksi hunian yang tepat berpotensi menghemat penggunaan energi sebesar 24–32% [3]. Namun, kebanyakan pengguna AC masih bergantung pada pengaturan suhu manual yang kurang efisien, terutama pada AC *split* konvensional *non-inverter* yang bekerja dengan mekanisme *on/off* berdasarkan *setpoint* suhu ruangan.

AC *split* memiliki keterbatasan akses dengan *remote control* portabel untuk mengontrol dan memonitor operasional AC yang ditempatkan di dalam ruangan dan hanya dapat digunakan dalam jarak tertentu dari unit *indoor* [5]. AC *split* konvensional jenis *non-inverter* bekerja *on/off* sesuai *setpoint* suhu ruangan dengan diferensial suhu tertentu. Pengaturan suhu secara manual pada *remote control* sering kali tidak mencerminkan kebutuhan termal sebenarnya di ruangan. Selain itu, kelalaian mematikan AC saat ruangan kosong dalam waktu lama dapat menyebabkan AC *split* bekerja tidak efisien, menghasilkan pemborosan energi dan meningkatnya biaya listrik. Kondisi ini menegaskan perlunya memonitor dan mengontrol AC *split* berbasis teknologi secara fleksibel, dari jarak jauh, dan *real-time* sehingga mampu meningkatkan efisiensi kerja AC tanpa menambah beban bagi pengguna.

Internet of Things (IoT) adalah teknologi terkini yang diharapkan dapat memberikan solusi relevan untuk menjawab tantangan ini. Sistem IoT menyediakan konektivitas di antara perangkat fisik seperti AC *split* dengan sensor dan modul pengontrol yang terhubung ke jaringan internet sepanjang waktu sehingga memungkinkan pemantauan dan kontrol secara akurat, *real-time*, dan jarak jauh [6,7]. Beberapa studi telah memanfaatkan IoT untuk pengelolaan energi HVAC di bangunan komersial menggunakan *platform* seperti Blynk Legacy dan Thingspeak dengan mikrokontroler ESP8266, ESP32 dan Raspberry Pi Zero [8–11]. Namun, sebagian besar penelitian ini diaplikasikan pada skala besar, seperti bangunan komersial atau penggunaan perangkat yang kompleks, sehingga kurang relevan untuk aplikasi rumah tinggal dengan perangkat sederhana seperti AC *split non-inverter*.

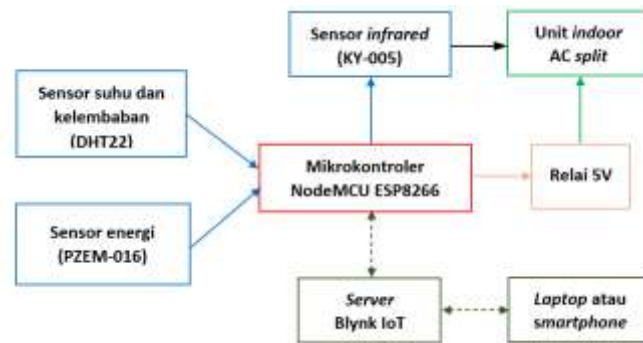
Penelitian ini berfokus pada kesenjangan tersebut, yaitu solusi monitoring dan kontrol AC *split non-inverter* untuk rumah tinggal yang terjangkau dan mudah diimplementasikan. Dalam penelitian ini sistem monitoring suhu dan konsumsi energi AC *split* dikembangkan dengan menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266, yang bersifat *low-cost* dan *open-source*. Sistem ini memanfaatkan koneksi WiFi dan diintegrasikan dengan *platform* Blynk IoT (Blynk 2.0) untuk mendukung pemantauan dan kontrol *online* secara *real-time*. Lebih jauh, Blynk IoT memiliki fitur lebih lengkap dan fleksibel dibandingkan dengan versi terdahulunya (Blynk Legacy).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode perancangan, pembuatan dan pengujian sebuah sistem monitoring pada AC *split* berbasis mikrokontroler NodeMCU ESP8266. Monitoring dilakukan terhadap perubahan suhu ruangan dan konsumsi energi listrik AC berdasarkan setelan suhu ruangan tertentu, termasuk mengendalikan status *on/off* AC dari jarak jauh, secara *online* dan *real-time*.

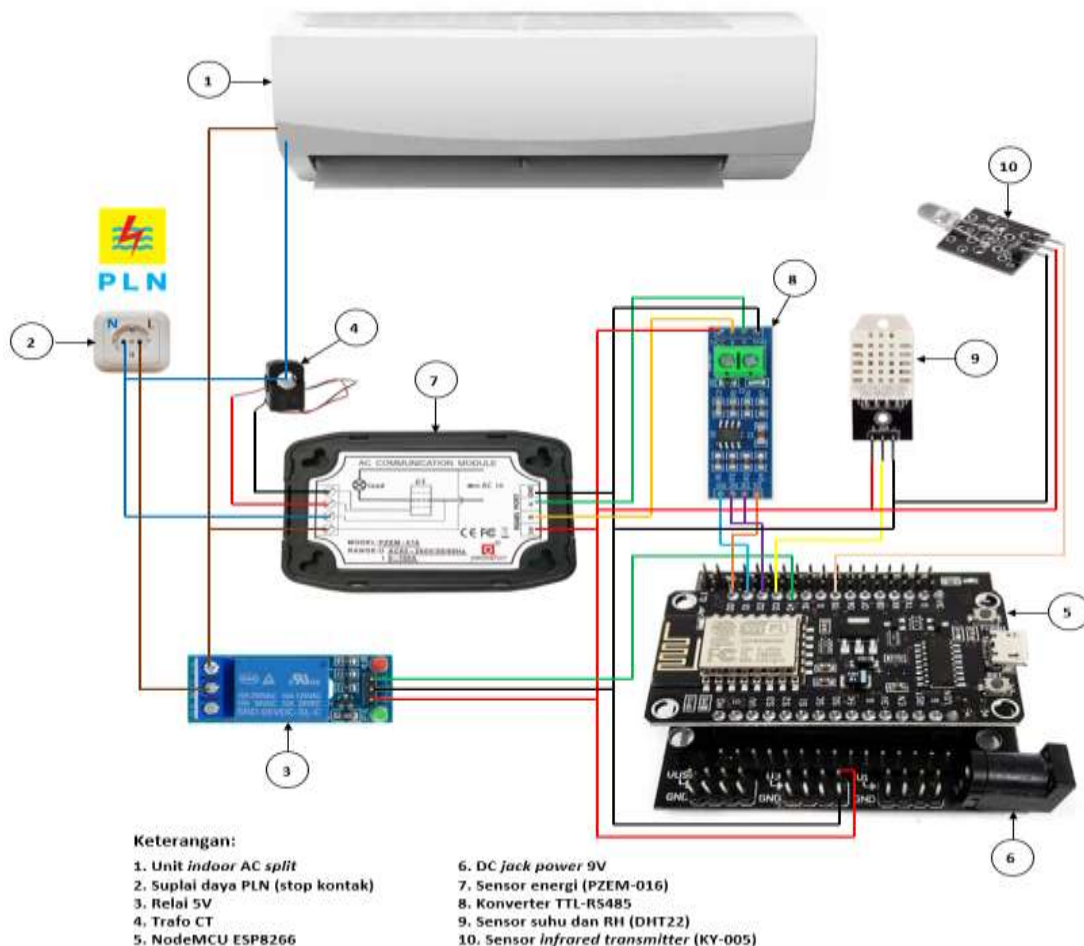
Pada Gambar 1 mengilustrasikan hubungan antar komponen pada sistem monitoring AC *split* dalam bentuk diagram blok. Dalam penelitian ini, perangkat keras sistem terdiri dari: (a) sebuah *board* mikrokontroler NodeMCU ESP8266 jenis Lolin, (b) sebuah sensor DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembaban udara ruangan, (c) sebuah sensor PZEM-016 untuk mengukur parameter kelistrikan AC (seperti: tegangan, kuat arus, daya, energi, frekuensi dan faktor daya), (d) sebuah sensor *transmitter* inframerah LED (*light emitting diode*) KY-005 untuk mengirimkan sinyal ke sensor inframerah pada AC *split* sebagai pengganti

remote control yang selama ini dioperasikan secara manual, dan (e) sebuah modul relai digital satu *channel* (5 VDC/240 VAC-10 A) sebagai pemutus dan penyambung suplai arus ke AC *split*.



Gambar 1. Diagram blok sistem monitoring AC *split*

Mikrokontroler mengumpulkan dan mengolah data dari sensor DHT22 dan PZEM-016. Kendali *on/off* relai dan penyetelan suhu ruangan memanfaatkan komunikasi gelombang inframerah antara sensor *transmitter* yang tersambung ke mikrokontroler dan sensor *receiver* pada unit *indoor* AC *split*. Sistem IoT menghubungkan mikrokontroler NodeMCU ESP8266, server Blynk IoT dan perangkat *laptop* atau *smartphone* dengan koneksi Wi-Fi dan jaringan internet untuk menampilkan data pembacaan sensor, mengatur setelan suhu ruangan sesuai yang diinginkan dan mengendalikan kerja *on/off* AC *split*. Sistem monitoring menggunakan perangkat lunak Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) untuk menuliskan koding dengan bahasa pemrograman C/C++. Koding disimpan pada memori mikrokontroler untuk dapat menjalankan fungsional dari perangkat keras dan sistem IoT secara otomatis dan berkelanjutan.



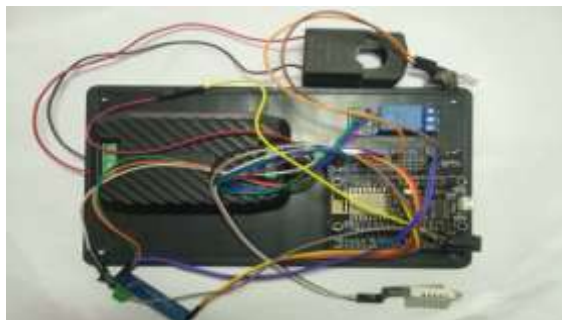
Gambar 2. Wiring diagram sistem monitoring AC *split*

Gambar 2 menunjukkan skema rangkaian pengkabelan sistem monitoring pada AC *split*. Mikrokontroler NodeMCU ESP8266 pada prinsipnya bekerja pada tegangan 3.3 VDC. Agar pin GPIO (*General Purpose Input Output*) pada mikrokontroler dapat lebih fleksibel untuk mendukung sensor dan relai dengan berbagai tegangan, digunakan *shield expansion board* yang menyediakan tegangan 3.3 VDC dan 5 VDC. Suplai tegangan dari eksternal untuk mikrokontroler menggunakan adaptor 9 VDC melalui terminal DC *jack power*. Sensor DHT22, PZEM-016, KY-005 dan relai adalah komponen-komponen yang membutuhkan koneksi ke pin digital pada mikrokontroler. Sensor DHT22, KY-005 dan relai masing-masing dihubungkan ke pin D3, D5 dan D4 dengan suplai tegangan 5 VDC. Sensor PZEM-016 bekerja berdasarkan protokol komunikasi serial Modbus-RTU (*Remote Terminal Unit*) RS485 yang membutuhkan konverter TTL-RS485 sebagai modul perangkat keras untuk berkomunikasi antar muka dengan mikrokontroler. Pada modul TTL-485, terminal RO (*Receiver Output*) dan DI (*Driver Input*) disambungkan masing-masing dengan pin D1 dan D0, sedangkan terminal RE (*Receiver Enable*) dan DE (*Driver Enable*) diparalel ke pin D2. Pada bagian rangkaian *power AC split*, jalur fase dari stop kontak terlebih dahulu melewati relai sebelum masuk ke AC *split* dan PZEM-016. Sementara itu jalur netral dari stop kontak melewati CT (*Current Transformer*) sebelum menuju ke jalur netral AC *split*. Kabel *trafo* CT terhubung ke terminal PZEM-016 untuk dapat membaca arus yang dikonsumsi AC *split*.

Pada penelitian ini, pengujian AC *split* dilakukan pada *setpoint* suhu ruangan 22 °C dengan satu orang penghuni di dalamnya dan mobilitas keluar masuk ruangan yang mensimulasikan kondisi riil penggunaan AC *split* di rumah tinggal. Pengujian AC *split* berlangsung selama 7 jam dan tampilan hasil monitoring ditunjukkan pada layar *laptop*. Resolusi pencatatan data dengan *platform* Blynk IoT terbatas paling singkat setiap 1 menit sekali. Data-data tersebut dapat diunduh dari *server* Blynk IoT dalam bentuk *file* dengan format CSV (*Comma Separated Values*) melalui tautan yang dikirimkan ke *e-mail* pengguna yang sudah terdaftar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi sistem monitoring adalah pada satu unit AC *split* dengan spesifikasi daya 1 PK dan kapasitas pendinginan 8,500 BTU/h untuk kamar tidur berukuran 4 m x 4 m.



(a) Alat monitoring



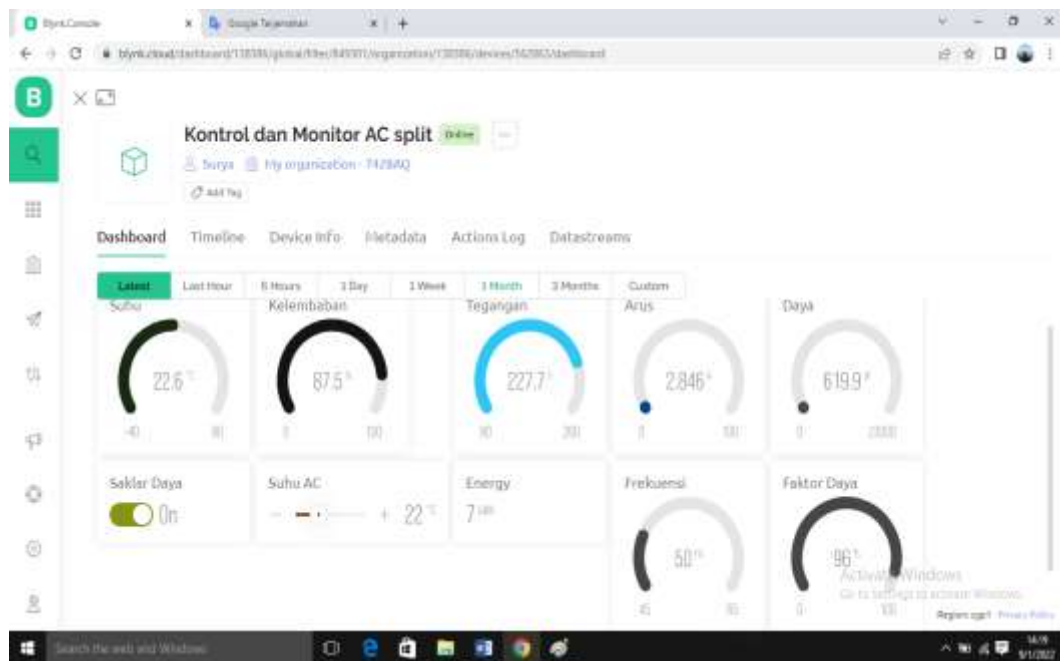
(b) Posisi alat

Gambar 3. Prototipe alat monitoring dan penempatan pada unit *indoor* AC *split*

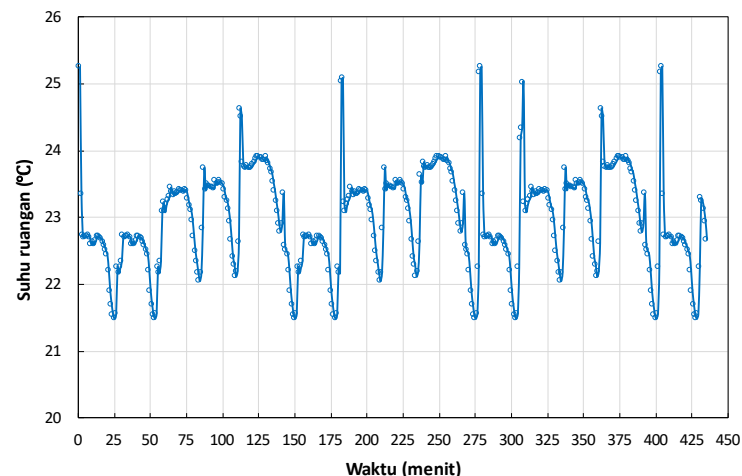
Pada Gambar 3 menampilkan hasil perakitan alat monitoring suhu dan konsumsi listrik AC *split* dan posisi penempatannya di dalam ruangan. Prototipe alat monitoring dibuat dalam sebuah kotak yang masih menggunakan rangkaian kabel *jumper* untuk keperluan uji coba dan belum dibuat permanen (Gambar 3a). Sensor *transmitter* KY-005 mengarah ke sensor *receiver* inframerah pada unit *indoor* AC *split* (Gambar 3b). Sementara itu sensor DHT22 berada di dalam *grill indoor* AC *split* yang berdekatan dengan posisi sensor teroris bawaan pabrikan. Ini dimaksudkan untuk mengkondisikan agar peletakan sensor dalam posisi yang relatif sama dengan kondisi aslinya sebelum dilakukan modifikasi dengan penambahan sistem monitoring *online*.

Tangkapan layar *web dashboard* Blynk IoT pada *laptop* sebagai hasil dari pembacaan sensor DHT22 dan sensor PZEM-016 disajikan pada Gambar 4. Dari gambar dapat dilihat tampilan *switch widget* untuk mengontrol *on/off* daya AC *split* dan *slide bar* untuk mengatur posisi *setpoint* suhu ruangan, yaitu pada 22 °C. Tampilan berbagai *gauge widget* yang menunjukkan parameter data hasil pengukuran terhubung dengan *server* Blynk IoT dan bersesuaian dengan pin *virtual* yang sebelumnya

sudah ditetapkan pada koding dan aplikasi *web* Blynk IoT. Dengan tampilan *dashboard* yang interaktif dan menarik dapat memberikan kemudahan dan kenyamanan bagi pengguna dalam memantau dan mengontrol beroperasinya AC *split*.



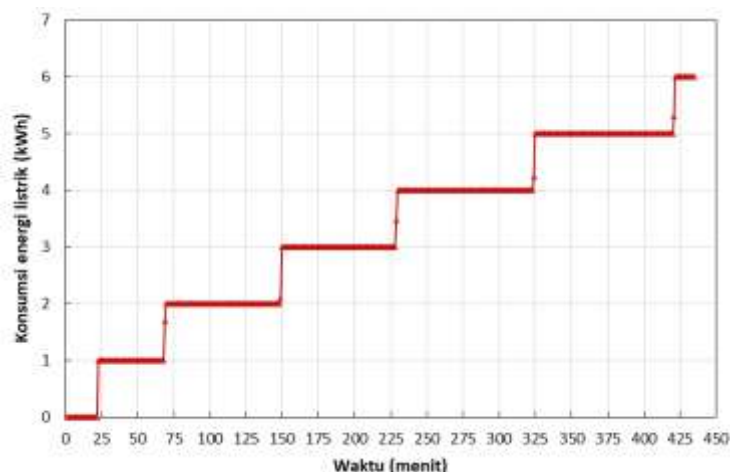
Gambar 4. Tangkapan layar *web dashboard* Blynk IoT



Gambar 5. Profil fluktuasi suhu ruangan terhadap waktu

Perubahan suhu ruangan selama pengujian AC *split* berlangsung diperlihatkan pada Gambar 5. Saat *setpoint* suhu ruangan mencapai 22 °C tercapai maka kompresor AC *split* akan hidup atau mati untuk menyesuaikan aliran refrigeran. Dari gambar terlihat bahwa suhu awal ruangan sebelum AC dihidupkan adalah sekitar 25.3 °C dan selama kurang lebih 22 menit mulai menyentuh suhu *setpoint* dan menurun sampai 21.5 °C pada menit ke-25. Pola perubahan suhu ruangan dalam interval waktu yang sama terjadi berikutnya sampai dengan menit ke-53. Selama kurang lebih 150 menit berjalan suhu ruangan meningkat dan baru mencapai *setpoint*. Selanjutnya perubahan suhu ruangan hampir serupa dengan lama waktu kurang lebih 125 menit untuk mencapai *setpoint*. Osilasi suhu ruangan antara ± 0.5 °C terhadap nilai *setpoint* terjadi hanya lima kali selama pengujian. Ini bersesuaian dengan hasil uji coba oleh [12] pada AC *split* dengan kontrol *on/off* pada *setpoint* suhu 28 °C yang menunjukkan osilasi suhu ruangan ± 0.6 °C. Namun pada gambar terlihat anomali bahwa suhu ruangan berfluktuasi

di atas suhu *setpoint* yang menunjukkan bahwa AC hidup lebih lama. Hal ini disebabkan karena beban panas ruangan yang lebih besar selama kurun waktu tersebut.



Gambar 6. Profil akumulasi konsumsi energi listrik terhadap waktu

Gambar 6 menunjukkan grafik tren akumulasi konsumsi energi listrik oleh AC *split*. Dari grafik terlihat bahwa perubahan konsumsi energi listrik terhadap waktu relatif bergerak secara perlahan (garis mendatar). Ini disebabkan karena perhitungan konsumsi energi listrik dalam koding dinyatakan dalam satuan kWh dan jika menggunakan satuan Wh maka perubahannya akan terlihat meningkat lebih gradual. Dari data pengukuran yang sudah diekstrak diperoleh total konsumsi energi listrik sebesar 5.3 kWh dengan daya rata-rata 757 W yang mendekati *rating* daya sesuai spesifikasi yaitu 1 PK atau 746 W. Sementara itu dibandingkan dengan pengujian oleh [13] pada AC *split* 2 PK dan kapasitas 18,000 BTU/h menghasilkan konsumsi energi 13.5 kWh dalam 8 jam dan jika didekati dengan skala proporsional menunjukkan hasil yang mendekati.

KESIMPULAN

Sistem pemantauan suhu dan konsumsi energi berbasis IoT yang dikembangkan dalam penelitian ini berhasil menunjukkan kemampuan dalam mendukung pengelolaan energi yang lebih efisien untuk AC *split*. Sistem mampu memberikan pemantauan *online* dan *real-time* yang fleksibel. Pengujian menunjukkan fluktuasi suhu dan konsumsi energi dapat dipantau secara detail, dengan konsumsi energi total sebesar 5.3 kWh selama operasi 7 jam pada *setpoint* suhu ruangan 22 °C. Hasil penelitian ini menegaskan potensi teknologi IoT dalam meningkatkan efisiensi penggunaan AC *split*, sehingga menawarkan solusi praktis untuk mengurangi pemborosan energi di sektor perumahan. Untuk pengembangan ke depan, sistem monitoring perlu dilengkapi dengan sensor gerak dan kamera termal untuk mendeteksi penghuni dan mengestimasi beban panas ruangan lebih presisi. Dengan pendekatan ini, sistem diharapkan dapat meningkatkan efisiensi energi AC *split* dan menyediakan kenyamanan termal yang optimal bagi pengguna rumah tangga.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengapresiasi dan menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Politeknik Negeri Bali atas bantuannya sehingga penelitian ini dapat diwujudkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Davis, L.W, Gertler, P.J. 2015. Contribution of air conditioning adoption to future energy use under global warming. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 12 May 2015, 112 (19), pp. 5962-5967, <https://doi.org/10.1073/pnas.1423558112>.
- [2] Olatunde, T., Okwandu, A., Akande, D., Sikhakhane, Z., 2024. Review of energy-efficient HVAC technologies for sustainable buildings. *International Journal of Science and Technology Research Archive*, 06 (02), pp. 012-020.

- [3] IESR. 2023. *Indonesia Energy Transition Outlook 2024: Peaking Indonesia's Energy Sector Emission by 2030: The Beginning or The End of Energy Transition Promise*. Institute for Essential Services Reform (IESR) Jakarta.
- [4] CLSAP. 2020. Indonesia Residential End Use Survey: Final Report. Available: <https://www.clasp.ngo/wp-content/uploads/2021/01/Indonesia-Residential-End-Use-Survey.pdf>.
- [5] Electrolux. User Manual Split Type Room Air Conditioner. Available: <https://www.electroluxui.com/DocumentDownload.aspx?DocURL=2015%5C950%5C00413600umEN.pdf>
- [6] Motlagh, N.H., Mohammadrezaei, M., Hunt, J., Zakeri, B., 2020. Internet of Things (IoT) and the Energy Sector. *Energies*, 13 (2), pp. 494, <https://doi.org/10.3390/en13020494>.
- [7] Che Soh, Z.H., Hamzah, I.H., Che Abdullah, S.A., Shafie, M.A., Sulaiman, S.N., Daud, K., 2019. Energy Consumption Monitoring and Alert System via IoT. *7th International Conference on Future Internet of Things and Cloud (FiCloud)*. Istanbul, pp. 265-269.
- [8] Dhanalakshmi, S., Poongothai, M., Sharma, K., 2020. IoT Based Indoor Air Quality and Smart Energy Management for HVAC System. *Procedia Computer Science*, 171, pp. 1800-1809, <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.04.193>.
- [9] Karthick, T., Raja, S.C., Nesamalar, J.J.D., Chandrasekaran, K., 2021. Design of IoT based smart compact energy meter for monitoring and controlling the usage of energy and power quality issues with demand side management for a commercial building. *Sustainable Energy, Grids and Networks*, 26.
- [10] Hartman, W.T., Hansen, A., Vasquez, E., El-Tawab, S., Altafi, K., 2018. Energy monitoring and control using Internet of Things (IoT) system. *2018 Systems and Information Engineering Design Symposium (SIEDS)*, Charlottesville, pp. 13-18.
- [11] Islam, F.B., Nwakanma, C.I., Kim, D.-S., Lee, J.-M., 2020. IoT-Based HVAC Monitoring System for Smart Factory. *2020 International Conference on Information and Communication Technology Convergence (ICTC)*. Jeju, Korea (South), pp. 701-704.
- [12] Cheng, C.-C., Lee, D., 2014. Smart Sensors Enable Smart Air Conditioning Control. *Sensors*, 14 (6), pp. 11179-11203, <https://doi.org/10.3390/s140611179>.
- [13] Siriwardhana, M., Namal, D.D.A., 2017. Comparison of Energy Consumption Between a Standard Air Conditioner and an Inverter Type Air Conditioner in an Office Space. *SLEMA Journal*, 20 (1&2), <http://doi.org/10.4038/slemaj.v20i1-2.5>.