

IMPLEMENTASI SISTEM OTOMATISASI KELISTRIKAN UNTUK PENGHEMATAN KONSUMSI DAYA LISTRIK

Suprianto ¹, Herri Trisna Frianto², Ahmad Farid Bin Abidin³,
Mohd Faizul bin Md Idros ⁴, Abdul Hadi Abdul Razak⁵

^{1,2}Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Medan
Jalan Almamater No. 1 Kampus USU Medan, 20155, Indonesia
^{3,4,5}Kejuruteraan Elektrik, University Teknologi MARA
40450 Shah Alam, Selangor Darul Ehsan, Malaysia
e-mail: suprianto@polmed.ac.id

Abstrak— Penggunaan energi listrik yang tidak digunakan sesuai kebutuhan akan menyebabkan pemborosan energi listrik. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan sistem IoT untuk otomatisasi kelistrikan gedung dan monitoring besaran listrik pada suatu ruangan. Dengan demikian penghematan listrik dan monitoring besaran listrik dapat dilakukan dengan mudah melalui sistem IoT pada saat kapanpun dan dimanapun. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen yaitu melakukan desain peralatan sesuai sistem yang direncanakan dan menyusun program sesuai dengan sistem kerja alat yang diinginkan. Objek penelitian adalah beban listrik pada tiga ruangan yang terdiri dari tiga kelompok beban, setiap kelompok beban direpresentasikan dengan lampu Sensor PIR yaitu peralatan yang digunakan adalah Sensor PZEM, sensor PIR, RTC, ESP 32, Triac, Optocoupler, dan peralatan pendukung lainnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peralatan telah bekerja dengan baik dan sudah diuji dengan baik, penghematan listrik ditunjukkan melalui monitor pada handphone android dengan menggunakan aplikasi blynk yang sudah diinstall sebelumnya. Setiap adanya keberadaan orang di dalam ruangan sensor PIR selalu mendeteksi objeknya dan mengaktifkan beban listrik begitu juga sebaliknya. Disamping itu pada layar monitor handphone juga ditampilkan dari waktu ke waktu besaran-besaran listrik yang di gunakan beban termasuk energy listrik yang digunakan dan energy listrik yang dapat dihemat.

Kata kunci : daya, energi, penghematan, monitoring, ESP 32.

***Abstract**—The use of electrical energy that is not used as needed will cause waste of electrical energy. This research aims to implement an IoT system for building electrical automation and monitoring the amount of electricity in a room. In this way, saving electricity and monitoring the amount of electricity can be done easily through the IoT system at any time and anywhere. The method used in this research is an experimental method, namely designing equipment according to the planned system and preparing a program according to the desired tool working system. The research object is the electrical load in three rooms consisting of three load groups, each load group is represented by a PIR sensor light, namely the equipment used is the PZEM sensor, PIR sensor, RTC, ESP 32, Triac, Optocoupler, and other supporting equipment. The results of the research show that the equipment has worked well and has been tested well, electricity savings are shown through the monitor on the Android cellphone using the Blynk application which was previously installed. Every time there is a person in the room, the PIR sensor always detects the object and activates the electrical load and vice versa. Besides that, the cellphone monitor screen also displays from time to time the amount of electricity used by the load, including the electrical energy used and the electrical energy that can be saved..*

Keywords : power, energy, savings, monitoring, ESP 32..

I. PENDAHULUAN

Penerapan Internet of Things (IoT) dapat diterapkan pada smart building dan smart city untuk mengurangi konsumsi energy listrik. Keterbatasan dalam mengembangkan IoT di gedung dan kota oleh para profesional di bidangnya masih sangat jarang karena pemahaman tentang teknologi dan metode penerapannya. Kendala dalam pengimplementasian IoT adalah masih cukup sedikitnya ide-ide untuk membuat otomatisasi yang berkaitan dengan

otomatisasi khususnya dalam hal efisiensi energi (Villa dkk., 2021). Penerapan sistem IoT untuk sistem otomatisasi kelistrikan gedung untuk penghematan pemakaian daya listrik yang sekaligus dapat memonitoring besaran listrik, peralatan listrik dan kondisi ruangan dari jarak jauh pada dasarnya dibutuhkan oleh setiap pemilik rumah, gedung maupun industri. Sistem kendali sangat dibutuhkan dalam pengendalian peralatan listrik dalam mendukung penghematan energi listrik. Pengendalian peralatan listrik dapat berdampak dalam penghematan energi

listrik dan mencegah terjadinya kebakaran yang di akibatkan kelalaian dalam menggunakan listrik. Sistem kendali memiliki peranan penting dalam perkembangan ilmu dan teknologi. Serta merupakan suatu alat untuk mengendalikan, dan mengatur keadaan dari suatu sistem. Salah satu sistem kendali yang berkembang saat ini adalah sistem kendali Smart Home/Building yang didefinisikan sebagai tempat/bangunan yang menggunakan sistem kendali cerdas dalam pengendalian peralatan listrik dan lain-lain. Penelitian ini dilaksanakan berdasarkan pengamatan terhadap keadaan penggunaan listrik dan efisiensinya serta pengawasan pemakaian gedung dari jarak jauh dengan aplikasi IoT. Selama ini penggunaan listrik pada suatu gedung umumnya dari pukul 07.00 WIB hingga pukul 18.30 WIB namun terkadang penggunaan listriknya tetap penuh digunakan padahal terkadang ruangan tersebut ketika itu kosong dan tidak ada orang didalamnya sementara listrik terus menyala sehingga terjadi pemborosan pemakaian listrik. Demikian juga halnya dengan pengawasan pemakaian listrik gedung selama ini dilakukan dengan mendatangi ruangan dan terkesan merepotkan sehingga diharapkan dengan dilaksanakan penelitian ini akan mengatasi permasalahan tersebut.

Penelitian ini berorientasi kepada hasil – hasil penelitian yang dapat dijadikan bahan referensi akademik untuk desain sistem IoT untuk pengendalian peralatan listrik, dampak ekonomi langsung dalam waktu dekat bagi masyarakat dan pemerintah yaitu melalui penelitian ini masyarakat dan pemerintah dapat memperoleh referensi dalam merancang sistem IoT untuk pengendalian peralatan listrik. Dengan dilaksanakannya penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangsih ilmu pengetahuan dan penghematan biaya tagihan listrik serta monitoring keadaan listrik gedung dan sekaligus memberikan sumbangsih untuk ilmu pengetahuan.

II. STUDI PUSTAKA

Sistem Pemantauan Interaktif Berbasis IOT untuk otomatisasi adalah kemajuan teknologi lain yang dapat mengontrol perangkat listrik di rumah dengan jarak jauh. Setiap bisnis otomatisasi yang menggunakan sistem yang dimasukkan seperti mikrokontroler PIC menyediakan energi yang cerdas dan murah untuk rumah, sekolah, fasilitas rumah sakit atau lainnya Sistem otomasi gedung menggunakan peralatan kontrol relay empat channel yang diopersikan sebagai saklar menggunakan wifi (Suhendar & Fatullah, 2020).

Analisis data konsumsi energi untuk gedung berbasis automation control energy location dengan memakai kerangka IoT serta desain prototype eksperimental pada jaringan IoT dan teknologi cloud computing untuk meningkatkan efisiensi pemakaian energi. Dengan membangun kerangka IoT ini di rumah atau kantor, bertujuan untuk tidak hanya proporsionalitas energi dengan skala multi besar namun dapat memberikan kepada pengguna tentang kemampuan penyesuaian secara dinamis dan pengendalian perangkat (Rizal & Hadi, 2016).

Penerapan IoT digunakan di industry dan rumah. Peralatan listrik rumah tangga dapat dikendalikan secara otomatis melalui web, baik melalui internet. Interface web ini dapat mengatur kapan perangkat dinyalakan dan kapan dimatikan. Pembuatan webserver ini menggunakan bahasa HTML,PHP, dan Javascript. Internet of Things didefinisikan sebagai interkoneksi dari perangkat komputasi tertanam (embedded computing devices) yang teridentifikasi secara unik dalam keberadaan infrastruktur internet. Sistem kendali dirancang menggunakan Nodemcu ESP8266 12E sebagai pusat kendali dari sistem dan komunikasi kontroler ke internet melalui media wifi, serta modul Solid State Relay (SSR) guna sebagai saklar elektrik antara nodemcu dengan peralatan listrik dengan sumber PLN, sensor ZMPT101B sebagai sensor untuk membaca tegangan dari sumber PLN dan sensor ACS712 30 A sebagai sensor yang membaca arus listrik.(Nor, 2019). Berbagai sistem dan teknologi IoT sedang dikembangkan untuk meningkatkan efisiensi energi di gedung. Beberapa fitur komponen utama IoT, yaitu perangkat keras dan perangkat lunak yang diperlukan untuk membangun sistem kontrol. Faktor desain sistem IoT terdiri dari pemilihan sensor dan aktuator serta teknik pengaktifannya, strategi kontrol untuk mengumpulkan informasi dan mengaktifkan peralatan, memantau data aktual digunakan untuk memperkirakan konsumsi energy (Yaici dkk., 2021). Smartphone merupakan handphone canggih yang menyediakan fitur seperti komputer. Android merupakan salah satu sistem operasional yang mudah dioperasikan dan juga fleksibel untuk membangun dan mengembangkan aplikasi tanpa batas. Kontroler lampu menggunakan koneksi internet merupakan salah satu contoh pemanfaatan sistem operasi android. Kontroler ini menggunakan draft control dimana mikrokontroler arduino mengirimkan data logika 1(ON) atau 0(OFF) untuk relay melalui pin output arduino dan ke web server melalui ESP8266. Selain itu, aplikasi android dengan pemrograman java diatur untuk mengontrol relai melalui server web jaringan di smartphone android.(Satya dkk., 2016).

Perangkat otomasi bangunan terdiri dari tiga bagian utama yakni sensor, relay dan unit kontrol sebagai pemberi perintah kepada relay yang diaktifkan atau sebaliknya. Ketiga bagian ini memiliki tugas sendiri-sendiri namun juga terintegrasi dalam sebuah pemrograman pada perangkat arduinonya. Sebagai hasilnya, perangkat ini akan berhasil membaca input dari sensornya apabila pemrograman yang dilakukan dijalankan dengan tepat oleh unit kontrolnya. Penggunaan internet sebagai pemberi perintah secara otomatis penuh ataupun dengan perintah manual menjadikan peralatan ini semakin mudah mendukung kebutuhan penggunaannya karena dapat dioperasikan dari tempat yang jauh (Wardhana, 2018).

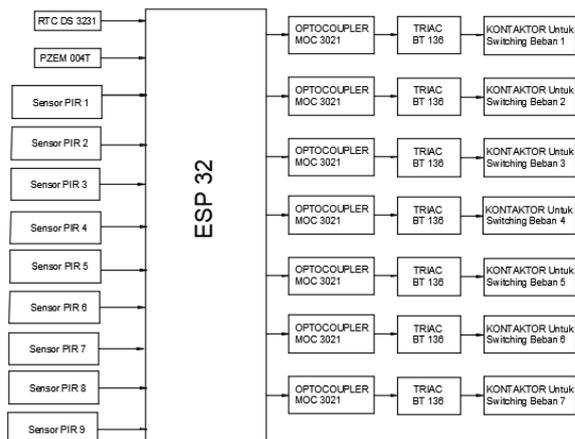
Salah satu komponen gedung cerdas adalah keamanan. Dalam hal keamanan, kemampuan untuk mendeteksi penyusupan secara otomatis merupakan fitur yang harus ada pada gedung cerdas. Selain perangkat lunak, sistem deteksi ini membutuhkan perangkat keras yang perlu disesuaikan dengan kondisi

fisik dari area yang diobservasi seperti ruangan tertutup, ruangan terbuka, pagar dengan permukaan yang rata dan pagar tidak rata.(Yaici dkk., 2021)

III. METODE

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen yaitu mengumpulkan data dan melaksanakan perancangan serta kemudian melakukan pengujian terhadap hasil perancangan. Sistem otomatisasi kelistrikan dalam hal ini adalah sistem otomatisasi pada peralatan listrik dimana peralatan listrik akan aktif berdasarkan keberadaan orang didalam ruangan dengan demikian pemanfaatan daya listrik sesuai dengan kebutuhan dan berdampak pada penghematan biaya pemakaian listrik. Peralatan listrik, Besaran listrik dan penghematan energy listrik selanjutnya dikendalikan dan dimonitoring melalui display handphone android melalui aplikasi blynk IoT. Mode pengendalian jarak jauh untuk penghematan energy listrik melalui IoT dilakukan dengan tiga metode yaitu mode penjadwalan, mode kendali on-off dan mode otomatis menggunakan sensor PIR. Peubah yang diamati / diukur adalah besaran-besaran listrik yang muncul pada sistem, variabel input/output yaitu variabel arus, daya, frekuensi, factor daya dan tegangan listrik. Teknik pengumpulan data diawali dengan menguji peralatan secara berulang-ulang hingga diperoleh hasil sesuai yang diharapkan, teknik pengumpulan data dilaksanakan dengan melakukan pengukuran pada setiap pengujian, analisa data dilakukan dengan menguji besaran listrik dan membandingkan dengan keadaan ril sesuai objek dan program yang dibuat

Diagram blok sistem dapat digambarkan pada gambar 1 berikut



Gambar 1. Blok diagram sistem

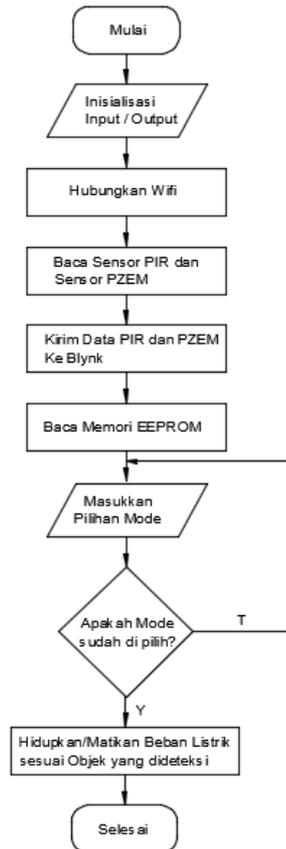
Blok diagram menunjukkan bahwa sistem otomatisasi bekerja berdasarkan input dari sensor PIR, sensor PZEM 004T dan RTC DC 323. Input tersebut diproses oleh ESP 32 untuk selanjutnya memerintahkan rangkaian switching untuk on-off sesuai dengan masukan atau objek yang dideteksi. Untuk mode operasional dari blok diagram tersebut memiliki tiga mode operasi yaitu mode manual, mode auto dan mode penjadwalan. Peralatan yang digunakan untuk membuat sistem tersebut adalah 1 unit sensor PZEM,

satu unit ESP 32, satu unit RTC DC 323, sumber Wifi, laptop, 7 unit optocoupler MOC3021, 7 unit TRIAC BT136, 7 unit Kontaktor ST10220V30A, 1 unit kotak panel control, 1 unit current transformer, 9 unit sensor PIR, 16 unit lampu Led untuk indicator, 5 unit MCB AC, handphone android, Skun Kabel, Terminal Block TC1004 TAB. Satu unit shift register 74HC595, satu unit I2C PCF8574, power supply 12 Volt, stepdown LM2596.



Gambar 2. Panel kontrol daya listrik

Peralatan sistem otomatisasi kelistrikan untuk penghematan konsumsi daya listrik dibuat dalam satu panel yang dilengkapi dengan semua peralatan pendukung.



Gambar 3. Flowchart program

Sensor PIR, sensor PZEM004T dan RTC DC 323 merupakan input yang dapat diatur untuk mendeteksi, memonitoring, dan mengendalikan beban listrik melalui pilihan mode pada aplikasi Blynk di handphone android sesuai dengan yang diinginkan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Data beban listrik yang terpasang

Jenis Beban	Representasi beban listrik (Watt)	Letak beban listrik
Beban 1	18	Ruang 1
Beban 2	18	Ruang 1
Beban 3	18	Ruang 2
Beban 4	18	Ruang 2
Beban 5	18	Ruang 3
Beban 6	18	Ruang 3
Beban 7	18	Ruang 3

Tabel 1 menunjukkan beban – beban listrik yang terpasang pada ruangan yang terdiri dari beban-beban listrik di tiga sub ruang, masing-masing yaitu ruang 1, ruang 2 dan ruang 3. Pada penelitian ini beban listrik

dari beban 1 sampai dengan beban 7 direpresentasikan dengan beban listrik masing-masing 18 watt. Pada setiap ruang dipasang sensor pir yang jumlahnya lebih dari satu unit. Pada setiap ruang dipasang tiga sensor pir dengan maksud agar pendeteksian terhadap keberadaan orang didalam lebih dapat objektif dan memiliki respon yang cepat dan tepat.



Gambar 4. Kendali daya listrik dengan mode auto pukul 02.17 Wib

Total beban listrik sebagai representatif adalah sejumlah 18 watt x 7 unit atau sebesar 126 watt. Beban listrik sesuai gambar 4 sudah aktif sejak pukul 01.41 wib dengan beban yang aktif sebanyak 3 jenis beban dengan daya total 54 watt. Dengan daya beban listrik 54 watt yang menyala selama 46 menit maka penghematan yang bisa dilakukan sebesar 0,085 kwh dibanding jika keseluruhan beban menyala tanpa adanya control otomatis untuk keberadaan orang di dalam ruangan. Untuk monitoring besaran listrik yang terukur pada tampilan blynk adalah sebesar 61,4 watt atau selisih kurang lebih 7 watt, hal ini menunjukkan bahwa konsumsi daya listrik mengalami penambahan dari nilai ratingnya, hal ini disebabkan karena adanya rugi-rugi daya dan terjadinya fluktuasi daya pada lampu led. Fluktuasi daya pada lampu led biasanya tidak lebih dari 10 watt.



Gambar 5. Kendali daya listrik dengan mode auto pukul 02.20 Wib

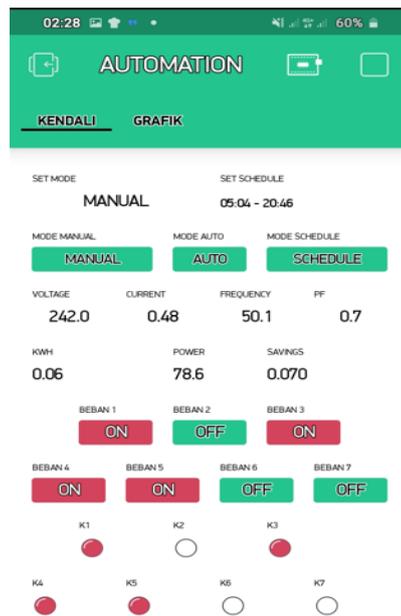
Pada pukul 02.20 wib sensor pir mendeteksi adanya keberadaan orang pada ruangan sehingga sensor pir memberikan masukan ke ESP 32 untuk kemudian mengaktifkan semua beban listrik yang terdapat pada setiap ruangan. Sensor pir 1 sampai dengan sensor pir 9 mendeteksi objek berupa orang didalam ruangan dan hal ini dapat terjadi ketika mode pada blynk pada kondisi mode auto. Daya yang digunakan menurut rating beban listrik adalah sebesar 18 watt x 7 unit atau sebesar 126 watt, hal ini berbeda dengan tampilan yang ada pada blynk IoT karena adanya fluktuasi nilai daya pada lampu led yang kisarannya kurang lebih pada harga 10 watt sehingga masih dalam batas toleransi untuk nilai daya yang ditampilkan sebesar 136 watt atau selisih 10 watt dari 126 watt. Pada umumnya lampu led cenderung menurun konsumsi dayanya seiring dengan waktu keaktifannya. Pada layar monitor blynk IoT juga ditampilkan nilai kwh atau energy listrik yang ditimbulkan akibat pemakaian beban listrik sekaligus besarnya penghematan listrik atau saving pada layar monitor yaitu sebesar 0,08 kwh, nilai ini muncul karena adanya ruangan yang tidak ada orang masuk didalamnya sehingga sensor pir menonaktifkan beban listrik. Aktif dan tidak aktifnya beban listrik dapat diatur sesuai kebutuhan dalam hal ini waktu respon sensor pir yang dapat diatur dalam mendeteksi objek.



Gambar 6. Kendali daya listrik dengan mode auto pukul 02.22 Wib

Pada keadaan seperti pada gambar 6, sensor pir tidak mendeteksi adanya keberadaan orang pada salah satu ruangan sehingga beban listrik yang ada pada ruangan tersebut menjadi nonaktif, dengan nonaktifnya dua kelompok beban tersebut maka daya yang aktif dan terukur melalui sensor PZEM 004T mendeteksi konsumsi daya listrik sebesar 97 watt atau secara rating beban terdapat 5 unit beban listrik yang aktif yang besarnya adalah 18 watt x 5 unit atau 90 watt atau selisih 7 watt terhadap yang terukur oleh sensor. Dengan nonaktifnya 2 beban listrik tersebut maka penghematan yang terjadi sebesar 0,075 kwh. Untuk nilai tegangan, arus, factor daya, dan frekuensi tetap diukur dan ditampilkan dengan input sensor PZEM 004T. Semakin banyaknya beban yang tidak aktif dengan tidak adanya orang pada ruangan tersebut maka penghematan listrik semakin besar, inilah fungsi utama dari sensor pir yang dikombinasikan dengan sistem untuk upaya penghematan energy listrik. Nilai penghematan listrik diasumsikan dengan anggapan bahwa semua beban listrik menyala pada jangka waktu tertentu dengan rating beban listrik yang terpasang sudah diketahui terlebih dahulu sehingga melalui program yang dibuat dapat menunjukkan angka penghematan energy listrik. Selain dengan mendeteksi keberadaan orang melalui sensor pir, peralatan otomatisasi untuk penghematan energy listrik juga dapat dikendalikan secara jarak jauh dengan metode manual. Metode manual yang dimaksud adalah mengendalikan beban listrik dari jarak jauh maupun jarak dekat menggunakan tombol yang ada pada aplikasi blynk IoT yang dirancang sebelumnya baik melalui handphone dan pemrograman. Integrasi antara ESP 32 dengan aplikasi blynk IoT dapat

mengendalikan keaktifan beban listrik melalui jaringan internet. Penggunaan mode manual jika beban listrik tidak dimatikan dalam waktu yang lama atau hingga malam hari dimana ruangan tidak digunakan sementara beban listrik tetap menyala, hal ini sering ditemui pada gedung-gedung yang tidak diperhatikan oleh pemiliknya dan dapat berakibat terjadinya ancaman bahaya kebakaran untuk itu dengan menggunakan metode manual dapat dilihat apakah beban listrik masih menyala atau sudah non aktif dengan hanya melihat dari handphone yang terinstall blynk IoT.



Gambar 7. Kendali daya listrik dengan mode manual pukul 02.28 Wib

Penggunaan mode manual untuk menggantikan jika terjadi masalah yang tidak diinginkan pada penggunaan mode auto misalnya jika sensor mengalami kerusakan sehingga perlu mengendalikan dari jarak jauh dan dekat untuk mengaktifkan dan menonaktifkan beban listrik. Pada gambar 7 terlihat beban listrik 1, beban listrik 3, beban listrik 4 dan beban listrik di nonaktifkan dari jarak jauh dan efektif bekerja sesuai tombol yang ditekan pada aplikasi blynk. Selain dapat melihat keaktifan beban-beban listrik melalui indicator lampu, peralatan otomatisasi tersebut juga mendeteksi dan menampilkan besaran-besaran listrik yang terukur oleh sensor PZEM 004T termasuk pada saat mode manual. Pada gambar 7 terlihat bahwa konsumsi daya listrik sebesar 78,6 watt untuk empat beban listrik yang aktif, sementara itu jika melihat dari ratingnya adalah sebesar 18 watt x 4 unit adalah 72 watt atau selisih sekitar 6 sampai 7 watt. Penghematan listrik juga terlihat sebesar 0,07 kwh. Selain menggunakan mode auto dan mode manual, peralatan otomatisasi tersebut juga dapat digunakan untuk mode penjadwalan dimana penjadwalan

dilakukan pengguna sesuai batas waktu yang diinginkan untuk mengaktifkan dan menonaktifkan beban.

V. KESIMPULAN

Penggunaan system otomatisasi kelistrikan untuk penghematan pemakaian energy listrik didasarkan pada mode auto. Setiap sensor pir yang berjumlah sembilan sensor yang diletakkan pada tiga ruangan akan mendeteksi orang didalam ruangan tersebut. Delay waktu yang dibutuhkan untuk merespon adanya keberadaan orang dalam ruangan dapat diatur melalui program. Pada saat sensor pir mendeteksi keberadaan orang maka seketika itu beban listrik akan aktif namun apabila sebaliknya yaitu pada beberapa waktu setelah itu orang meninggalkan ruangan maka peralatan system juga dapat diatur waktunya untuk menonaktifkan beban listrik. Peralatan otomatisasi untuk penghematan daya listrik telah diuji berkali-kali dan menunjukkan system bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Penghematan yang terjadi yaitu membandingkan jika penggunaan listrik secara penuh digunakan untuk jangka waktu tertentu dan kemudian dibandingkan dengan kondisi nyata yang terjadi ketika ada dan tidak adanya orang didalam ruangan dengan demikian diketahui penghematan listrik yang terjadi. Untuk mengantisipasi terjadi kendala teknis saat dioperasikan dengan mode auto, peralatan otomatisasi juga dilengkapi dengan mode manual yang dapat dikendalikan jarak jauh maupun jarak dekat menggunakan handphone yang sudah terinstall aplikasi blynk

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anwar, S., Artono, T., Nasrul, N., Dasrul, D., & Fadli, A. (2019). Pengukuran Energi Listrik Berbasis PZEM-004T. *Prosiding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe*, 3(1), 272–276.
- [2] Desmira, D., Aribowo, D., Nugroho, W. D., & Sutarti, S. (2020). Penerapan Sensor Passive Infrared (Pir) Pada Pintu Otomatis Di Pt Lg Electronic Indonesia. *PROSISKO: Jurnal Pengembangan Riset Dan Observasi Sistem Komputer*, 7(1). <https://doi.org/10.30656/prosisko.v7i1.2123>
- [3] Michon, R., Overholt, D., Letz, S., Orlarey, Y., Foher, D., & Dumitrascu, C. (2020). A faust architecture for the ESP32 microcontroller. *Proceedings of the Sound and Music Computing Conferences, 2020-June*, 76–81.
- [4] Nor, S. (2019). Penerapan Internet Of Things (Iot) Sebagai Pengendali Peralatan Listrik Dan Pemantau Daya Listrik Berbasis Web. *Jurnal EEICT (Electric, Electronic, Instrumentation, Control, Telecommunication)*, 2(2). <https://doi.org/10.31602/eeict.v2i2.4431>
- [5] Rahardjo, P. (2021). Sistem Penyiraman Otomatis Menggunakan Rtc (Real Time Clock) Berbasis Mikrokontroler Arduino Mega 2560 Pada

- Tanaman Mangga Harum Manis Buleleng Bali. *Jurnal SPEKTRUM*, 8(1), 143. <https://doi.org/10.24843/spektrum.2021.v08.i01.p16>
- [6] Rizal, R. F., & Hadi, S. P. (2016). Perkembangan Internet of Things (IoT) Untuk Smart Energi di Gedung. *Prosiding SENIATI; No Book-2 (2016): Prosiding SENIATI 2016*.
- [7] Satya, E. A., Christiyono, Y., & Somantri, M. (2016). Pengontrolan Lampu Melalui Internet Menggunakan Mikrokontroler Arduino Berbasis Android. *TRANSIENT*, 5(3).
- [8] Suhendar, B., & Fatullah, R. (2020). OTOMATISASI TEKNOLOGI SMART HOME MENGGUNAKAN ARDUINO BERBASIS INTERNET OFF THINGS (IoT). *Journal of Innovation And Future Technology (IFTECH)*, 2(1), 67–80. <https://doi.org/10.47080/iftech.v2i1.830>
- [9] Villa, V., Naticchia, B., Bruno, G., Aliev, K., Piantanida, P., & Antonelli, D. (2021). Iot open-source architecture for the maintenance of building facilities. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(12). <https://doi.org/10.3390/app11125374>
- [10] Wahyudi, R., Hadi, A., Farell, G., & Syukhri, S. (2022). Security System Real Time Human Detection Pada Kamera CCTV Menggunakan Opencv Python. *Voteteknika (Vocational Teknik Elektronika Dan Informatika)*, 10(2), 25. <https://doi.org/10.24036/voteteknika.v10i2.117074>
- [11] Wardhana, M. (2018). Rancang Bangun Otomasi Bangunan Untuk Meningkatkan Efisiensi Operasional Peralatan di Dalam Bangunannya. *Jurnal Desain Interior*, 3(2). <https://doi.org/10.12962/j12345678.v3i2.4599>