

Penerapan Energy Management System Melalui Internet of Things sebagai Efisiensi Listrik Sektor UMKM

by Protek Unkhair

Submission date: 01-Sep-2022 07:11AM (UTC+0300)

Submission ID: 1890456831

File name: Revisi_30_Agu_2022_Template_Jurnal_Ilmiyah_Teknik_Elektro.docx (763.63K)

Word count: 3587

Character count: 22950

Penerapan Energy Management System Melalui Internet of Things sebagai Efisiensi Listrik Sektor UMKM

5 *Erick Sorongan
Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Balikpapan
Balikpapan, Indonesia
erick.sorongan@poltekba.ac.id

5 Riklan Kango
Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Balikpapan
Balikpapan, Indonesia
riklan.kango@poltekba.ac.id

5 Suhaedi
Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Balikpapan
Balikpapan, Indonesia
suhaedi@poltekba.ac.id

9
Abstract – Monitoring energi listrik sektor UMKM diperlukan karena pemanfaatan listrik saat ini kurang efektif dan menghabiskan lebih banyak daya listrik. Penggunaan daya listrik hanya dapat dilihat melalui alat ukur kWh meter dan hanya menunjukkan jumlah energi listrik kumulatif yang terpakai. Batasan desain panel analog hanya menampilkan data konsumsi agregat bukan data konsumsi *real-time*. Tujuan penelitian ini mengembangkan Energy Management System melalui komunikasi Internet of Things untuk monitoring dan kontrol perangkat listrik Gedung sektor UMKM. Perancang sistem pengukuran *real-time* yang mampu membaca parameter besaran listrik, sehingga pengguna UMKM dapat memonitoring penggunaan konsumsi listrik secara cepat dan akurat melalui internet serta menjadi solusi agar pekerjaan pemantauan lebih efisien. Sistem monitoring dirancang untuk kelompok beban pada gedung dengan menggunakan NodeMCU ESP32 sebagai pengolah data yang diterima dari sensor PZEM-004T dan dikirim langsung ke server Blynk sehingga data dapat di monitoring dan kontrol pada antarmuka Blynk melalui smartphone. Data yang ditampilkan pada aplikasi Blynk berupa tegangan (Volt), arus (Ampere), daya (Watt), energi listrik (KWh), dan tarif pemakaian listrik dalam rupiah secara realtime. Hasil penelitian diperoleh adalah metode yang diusulkan dapat membaca data konsumsi energi beban listrik yang digunakan, dengan nilai eror sebesar 0,54% pada pengukuran tegangan dan nilai eror sebesar 2,93% pada pengukuran arus, serta memiliki *delay* pengiriman data ke aplikasi monitoring dengan rata-rata selama 3 detik. Rancangan usulan Energy Management System dapat meningkatkan efisiensi listrik apabila diterapkan untuk memecahkan masalah energi listrik yang dikonsumsi pada Gedung sektor UMKM.

Keywords: Energi Listrik, UMKM, PZEM-004T.



11
Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.

2 I. INTRODUCTION

Salah satu energi yang mendapat perhatian khusus di Indonesia adalah energi listrik, karena menjadi kebutuhan primer di lingkungan manusia [1].

Konsumsi listrik sektor industri maupun UMKM menghabiskan lebih banyak daya listrik daripada sektor rumah [2]. Hal ini dapat mempengaruhi ketersediaan listrik untuk memenuhi dua sektor yang mana jumlahnya cukup besar. Monitoring energi listrik industri sektor UMKM diperlukan karena pemanfaatannya sangat berlebihan dalam hal biaya [3]. Jumlah pemakaian daya listrik rata-rata akumulatif oleh konsumen hanya dapat diukur dan dikontrol dengan melihat langsung alat ukur kWh meter tanpa jumlah tarif pemakaian [4]-[5]. Pengguna tidak mengetahui beban dari alat listrik yang digunakan sehingga tidak dapat melakukan kontrol dari pulsa listrik hingga kredit listrik cepat habis [6] dan berakibat over budget [7]-[8]. Dengan demikian, dibutuhkan sistem pemantauan jarak jauh yang dapat memberikan informasi daya listrik secara *real-time* guna memperoleh pembaruan data berkala yang dapat dianalisis secara cepat dalam rangka penghematan energi listrik sektor perkantoran [9].

Penelitian tentang sistem monitoring energi listrik telah banyak dilakukan dalam akhir-akhir ini. Alat pengukuran parameter energi listrik telah dipelajari secara luas baik sensor maupun modul powermeter. Penelitian [6]-[10] melakukan monitoring arus dan daya beban induktif dan beban resistif. Namun, penggunaan sensor yang berbeda untuk setiap parameter dan tidak dapat menyimpan history pemakaian ke database. Studi ini juga mengungkapkan pengukuran diharuskan memutus kawat fasa agar dapat terbaca nilai arusnya, hal ini berbahaya dari sisi keamanannya baik dari operator, peralatan listrik, prototype, maupun pada sistem. Sedangkan penelitian [11] memantau pemakaian daya listrik, biaya, durasi pemakaian, dan estimasi biaya penggunaan kWh listrik yang akan datang. Namun, studi ini hanya menggunakan sensor khusus peralatan listrik DC dan *delay* pengiriman data sensor ke database rata-rata 312 ms. Penelitian [5]-[12] mengungkapkan bahwa modul PZEM-004T mampu monitoring nilai arus, tegangan, daya, akumulasi energi listrik yang

dikoneksikan dengan smartphone user. Namun, belum mampu monitoring energi listrik 3 fasa serta komunikasi data masih menggunakan jaringan lokal tanpa fitur Internet of Things. Sejumlah penelitian telah mengeksplorasi cara pemantauan berbasis IoT untuk beban yang terukur mencakup semua peralatan listrik yang terhubung ke KWh meter pusat [1]-[4].

Berdasarkan related works, hanya menunjukkan monitoring bergantung pada sensor ataupun modul serta beban sebatas peralatan listrik yang tidak menyeluruh dengan sistem KWH meter. Sampai saat ini, di Indonesia penelitian monitoring energi listrik dengan cakupan semua beban peralatan elektronik yang terhubung dalam panel listrik tertentu untuk sektor UMKM belum dilaporkan. Oleh karena itu, penelitian ini memberikan solusi penting untuk sistem monitoring KWh listrik sektor UMKM secara *real-time* melalui media interface webservice berbasis IoT [9]. Fokus penelitian ini merancang alat pengukur KWh listrik panel dengan menggunakan modul PZEM-004T yang dapat menghindari drop tegangan, karena tidak memerlukan rangkaian catu daya lainnya. Riset ini menghasilkan sebuah produk sistem monitoring KWh listrik secara *real-time* berbasis IoT yang diimplementasikan di sektor UMKM. Adapun temuan riset ini adalah alat monitoring dapat membaca nilai arus, tegangan, dan total KWH yang diakses melalui jaringan internet. Temuan lainnya, pembacaan meter berbasis web lebih akurasi dan cepat dalam aktivitas komunikasi data. Kontribusi riset ini untuk literatur 1). sistem yang diusulkan memungkinkan pengguna untuk lebih memahami konsumsi energi listrik setiap peralatan elektronik, sehingga membawanya untuk membuat pilihan yang lebih cerdas dalam hal konsumsi energi, 2). sistem yang diusulkan memungkinkan peningkatan efisiensi energi listrik melalui manajemen yang tepat untuk setiap peralatan elektronik, tergantung pada aturan yang ditentukan oleh pengguna, 3). Hasil eksperimen memberikan penghematan energi yang signifikan, dengan menghilangkan standby consumptions dan mengadaptasi perilaku peralatan dengan kondisi lingkungan nyata.

II. BASIC OF THEORY

Energy Management System (EMS) mencakup semua tindakan yang direncanakan dan dilaksanakan untuk memastikan konsumsi energi untuk kegiatan saat ini [13]. EMS secara sistematis mencatat fluks energi dan berfungsi sebagai dasar utama untuk berinvestasi dalam efisiensi energi. EMS yang berfungsi membantu universitas mematuhi komitmen yang dibuat dalam kebijakan energinya dan untuk terus meningkatkan kinerja energinya secara sistematis [9]. Sistem manajemen energi mempengaruhi prosedur teknis sebuah organisasi, serta pola perilaku, mengurangi total konsumsi energi operasional [14], untuk terus meningkatkan efisiensi energi di perusahaan [15]. EMS mencakup semua elemen organisasi yang diperlukan untuk membuat dan mendefinisikan kebijakan energi untuk mencapai tujuan strategis. Dengan demikian termasuk struktur organisasi dan informasi yang diperlukan untuk

menerapkan manajemen energi, termasuk sumber daya [3]. Penelitian ini merumuskan dan mengimplementasikan kebijakan energi, dengan perencanaan, pengenalan dan operasi, pemantauan dan pengukuran, kontrol dan koreksi, audit internal, serta tinjauan manajemen secara teratur [1] - [7].

Pelanggan listrik yang terindikasi paling tinggi dalam penggunaan energi listrik menurut catatan PLN adalah pelanggan sektor Industri [16]. Jika energi digunakan pada beban puncak, yaitu konsumsi listrik dari pukul 18.00 hingga pukul 22.00, situasi ini membuat PLN menerapkan program pembatasan dengan menaikkan tarif. Mengetahui keseimbangan antara produksi dan konsumsi energi listrik memerlukan kajian ilmiah secara terpadu dan berkesinambungan.

Internet of Things merupakan sebuah gagasan yang bertujuan untuk memperluas fungsi dari konektivitas internet yang terhubung secara terus-menerus [9]. Adapun kegunaan yang dimiliki seperti berbagi data, remote control, dan sebagainya, termasuk juga pada benda di dunia nyata [13]. Penerapan IoT pada dunia nyata dapat digunakan untuk memonitoring atau mengontrol berbagai aspek bahan pangan, elektronik, koleksi, peralatan apa saja, termasuk benda hidup yang semuanya tersambung ke jaringan lokal dan global melalui sensor yang sudah tertanam dan juga selalu aktif [11]. Web service merupakan suatu sistem yang dirancang untuk mendukung interoperabilitas dan interaksi komunikasi antar sistem (aplikasi) dalam suatu jaringan. Web service banyak digunakan sebagai penyedia data ke public. Pemantauan harus memberikan informasi yang diperlukan oleh pengguna, informasi harus kompak dengan konsep SMART (Specific, Measurable, Attainable, Relevant, Timebound). Permasalahan pada proses pencatatan manual terhadap energi listrik dilakukan pada lokasi meter yang berbeda-beda, sehingga memerlukan waktu untuk memperoleh hasil atau data. Apabila ada data yang terlewatkan maka, harus dilihat kembali ke lokasi panel listrik (meterwatt) berada. Sedangkan jika menggunakan web berbasis IoT tidak perlu melihat data ke lokasi meter berada, hanya dengan menggunakan aplikasi komputer yang bisa di akses melalui ruang kontrol atau tempat monitoring lainnya yang terhubung oleh jaringan internet. Data bisa langsung diperoleh dan dimonitoring, serta dianalisis untuk dijadikan report.

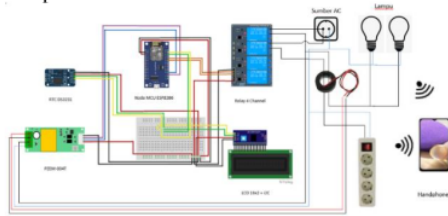
Penelitian [11]-[17] menggunakan IoT sebagai pendukung pemantauan jarak jauh. Melakukan riset tentang monitoring energi listrik menggunakan jaringan wireless yang dipasangkan pada perangkat smart meter, beberapa hal yang dipantau adalah konsumsi listrik, tegangan listrik, daya listrik, arus listrik, semua kegiatan tersebut dimonitoring secara online melalui website dan peralatan yang terhubung ke internet. Konsep monitoring berbasis IoT memungkinkan pengguna untuk menghubungkan, mengontrol, dan memantau sistem secara langsung melalui internet. Banyak studi memanfaatkan pemantauan *real-time* nirkabel ini, seperti Bluetooth, SMS, dan Internet. Aplikasi pemantauan menggunakan aplikasi Blynk untuk mengontrol

perangkat keras, menampilkan data sensor, menyimpan data, dan memvisualisasikan [10]. Sebuah aplikasi Blynk memiliki 3 komponen utama, yaitu *Application*, *Server*, dan *Libraries*. Server Blynk menangani semua komunikasi antara smartphone dan hardware. Jenis server bisa menggunakan Blynk Cloud atau server private.

Pada penelitian ini diimplementasikan perangkat pemantau energi nirkabel berbasis Arduino dan IoT menggunakan aplikasi Blynk, yang dirancang untuk memperoleh informasi terkait pengukuran energi secara *real-time*, meliputi arus listrik, tegangan listrik, dan daya listrik, yang dapat diakses dari Internet kapan saja. Perangkat Ethernet Shield digunakan menghubungkan Arduino ke jaringan internet.

III. METHOD AND DESIGN

Penelitian dilakukan di gedung yang merupakan sektor UMKM dengan pertimbangan: 1) memiliki permasalahan rutinitas pegawai/karyawan yang selalu mengecek panel listrik secara observasi langsung; 2) memiliki potensi pengguna untuk efektifitas pekerjaan. Gedung ini memiliki panel Kwh meter yang bersumber dari jaringan listrik PLN. Dalam gedung ini terdapat beberapa perangkat elektronik yang menjadi sumber data primer dalam penelitian ini sehingga bermanfaat dalam pembacaan data secara *real-time*. Data sampling penelitian ini terdiri dari 4 buah lampu AC, 1-unit kipas angin AC. Gambar 1 menunjukkan langkah pengumpulan data besaran listrik yang dibaca oleh modul PZEM-004, selanjutnya data listrik tersebut dikirimkan ke arduino untuk ditampilkan pada LCD. Modul wifi Node MCU ESP32 mengirimkan data sebagai output ke aplikasi Android. Sedangkan modul Real Time Clock (RTC) melacak periode waktu agar sesuai dengan data sampel yang diambil, selain itu juga mengatur waktu ON/OFF beban lampu. Data dari modul RTC ini akan dikirim juga ke Node MCU ESP32. Relay 4 Channel dikendalikan menggunakan aplikasi android. Beban unit memiliki masa hidup 24 jam sehingga ini bermanfaat dalam pembacaan data secara real-time (sitasi). Beban yang digunakan adalah lampu Philips LED 12 Watt, lampu Philips LED 5 Watt, kipas angin Maspion 55 Watt.



Gambar 1. Sistem power meter monitoring yang diusulkan

Gambar 1 menyajikan desain penelitian untuk sistem monitoring untuk memantau konsumsi listrik pada gedung UMKM. Perancangan sistem penelitian ini terdiri dari item perangkat sensor besaran listrik PZEM-004T, perangkat pengolah operasional data besaran listrik menggunakan NodeMCU ESP32,

modul pewaktu pada beban menggunakan RTC DS3231, perangkat untuk menampilkan output yaitu LCD dan aplikasi android (Blynk). Parameter yang diukur adalah tegangan, arus, daya, kWh dan biaya. Langkah awal pengukuran variabel adalah, memutuskan perangkat elektronik dari energi listrik selain objek penelitian yang dimonitoring. Saat sistem diaktifkan, program akan melakukan inialisasi sistem monitoring. Sensor yang dipasang pada panel meteran listrik akan membaca data besaran listrik. Nilai data tersebut diolah PZEM-004T yang menghasilkan 4 nilai keluaran yaitu tegangan, arus, tegangan, daya listrik aktif dan biaya konsumsi daya. Nilai keluaran data analog diolah NodeMCU ESP32 menjadi data digital dan dilakukan perhitungan untuk menghasilkan biaya konsumsi energi listrik pada beban untuk selanjutnya ditransmisikan melalui wifi ke interface aplikasi android Blynk. Android menampilkan data hasil pengukuran; tegangan, arus, konsumsi daya listrik, estimasi biaya sehingga menjadi informasi yang berfungsi untuk mengetahui pemakaian listrik yang sedang digunakan. Pengambilan data penggunaan listrik dilakukan variasi, data diambil setiap 10 menit selama 60 menit. Metode ini telah dilakukan oleh [11], yang telah menghasilkan sistem monitoring daya dan konsumsi energi listrik Gedung Universitas. Jenis protokol komunikasi yang diterapkan dalam penelitian ini menggunakan metode adaptif publish-subscribe dimana data dikirimkan ketika ada perubahan dari data sebelumnya.

Dalam analisis data diperlukan pengujian dimaksudkan untuk mengetahui apakah perangkat keras dan perangkat lunak dalam sistem monitoring, telah memenuhi kriteria desain. Kriteria perancangan dalam penelitian ini adalah PZEM-004T mendeteksi energi listrik melalui indikator LED pada detektor, mengupload data ke database server, aplikasi dapat mendownload dan mengolah data dari database server yang ditampilkan pada tampilan utama aplikasi BLYNK. Setelah itu dilakukan analisis data melalui pengukuran standar dengan multimeter digital untuk mengukur nilai arus dan tegangan serta pengukuran melalui rancangan sistem monitor yang kami usulkan. Sistem monitoring rancangan dapat membaca besaran listrik, kemudian diuji akurasi dengan membandingkan data pengukuran aktual yang telah terkalibrasi sehingga didapatkan nilai simpangan error. Angka error dalam persen (%) didapatkan dengan persamaan (1). Selain itu juga dihitung waktu respon sistem ke aplikasi Android terhadap pembacaan data besaran listrik.

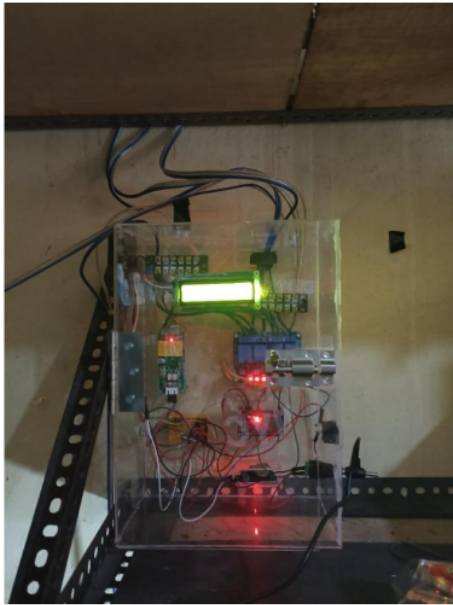
$$Wp = \frac{v_0}{2f_r} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}} \quad (1)$$

IV. RESULTS AND DISCUSSION

Hasil yang disajikan memberikan dua temuan yang meningkatkan pemahaman kita tentang sistem monitoring penggunaan listrik dan saklar lampu otomatis berbasis waktu dengan menggunakan NodeMCU ESP32. Pertama, Sensor PZEM-004T memiliki tingkat keakuratan yang cukup tinggi dalam membaca data tegangan, arus, daya, kWh dan

biaya. Kedua, kecepatan pengiriman data oleh sistem yang dilakukan sistem menghasilkan *delay* yang cukup minim. Berikut ini, pembahasan bagaimana hasil ini mungkin penting untuk upaya penghematan penggunaan listrik.

Produk Energy Management System (EMS) ditunjukkan pada Gambar 2. Gambar 3 menunjukkan hasil pembacaan nilai-nilai besaran listrik hasil monitoring. Sistem ini dapat menampilkan waktu secara real-time (Gambar 2(a)), membaca nilai tegangan dan arus (Gambar 2(b)), dan dapat membaca nilai daya listrik serta biaya (Gambar 2(c)). Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4, produk EMS dapat dipantau melalui aplikasi Android.



Gambar 2. Tampilan produk EMS



(a)



(b)



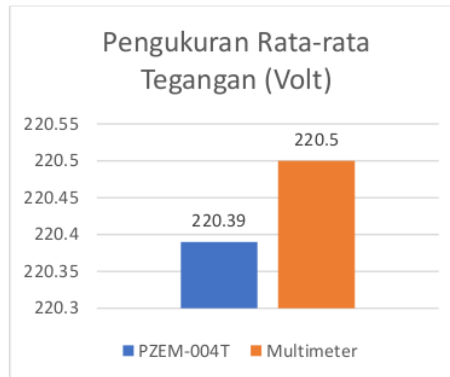
(c)

Gambar 3. (a) Hasil pembacaan waktu sistem, (b) Hasil pembacaan nilai tegangan dan arus, dan (c) Hasil pembacaan nilai daya listrik dan biaya

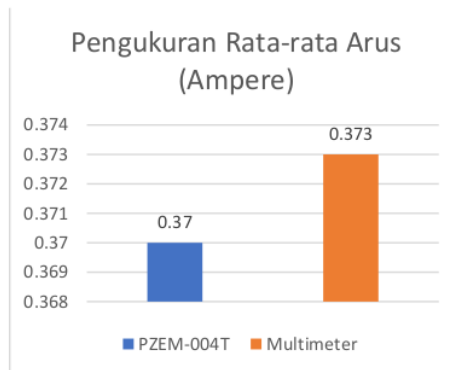


Gambar 4. Tampilan hasil monitoring melalui aplikasi Android (Blynk)

Gambar 5(a) menyajikan nilai hasil pengujian pengukuran tegangan yang didapatkan dari sensor PZEM-004T. Tegangan listrik menunjukkan nilai pengukuran dengan metode yang diusulkan mendapatkan rata-rata sebesar 220,39 V sedangkan nilai pengukuran dengan alat ukur multimeter mendapatkan rata-rata sebesar 220,5 V. Gambar 5(b) menyajikan nilai hasil pengujian pengukuran arus yang didapatkan dari sensor PZEM-004T. Arus listrik menunjukkan nilai pengukuran dengan metode yang diusulkan mendapatkan rata-rata sebesar 0,37 A sedangkan nilai pengukuran dengan alat ukur multimeter mendapatkan rata-rata sebesar 0,373 A.



(a)



(b)

Gambar 5. (a) Hasil monitoring nilai tegangan oleh sistem yang diusulkan, dan (b) Hasil monitoring nilai arus oleh sistem yang diusulkan

Tabel 1 menyajikan hasil pembacaan penggunaan energi listrik yang didapatkan dari sensor PZEM-004T. Konsumsi energi listrik menunjukkan pembacaan dengan metode yang diusulkan mendapatkan hasil energi sebesar 0,83 KWh dengan biaya sebesar Rp. 1240,00. Tabel 2 menyajikan delay perubahan pengiriman data yang didapatkan dari mikrokontroler ESP-32. Delay waktu menunjukkan lama pengiriman data yang dilakukan selama 3 detik.

Tabel 1. Pengukuran konsumsi energi listrik dan biaya

Tanggal	Waktu (WITA)	Energi (kWh)	Biaya (IDR)
16 Juli 2022	00.00 – 12.00	0,23	332,00
16 Juli 2022	12.00 – 18.00	0,29	418,00
16 Juli 2022	18.00 – 00.00	0,63	910,00
17 Juli 2022	00.00 – 12.00	0,63	910,00
17 Juli 2022	12.00 – 18.00	0,63	910,00
17 Juli 2022	18.00 – 00.00	0,83	1240,00

Tabel 2. Perhitungan delay pengiriman data ke aplikasi

Percobaan	Beban I	Beban II	Beban III	Delay perubahan (detik)
1	OFF	ON	ON	3
2	ON	OFF	ON	3
3	ON	ON	OFF	3
4	OFF	OFF	ON	3
5	OFF	ON	OFF	3
6	ON	OFF	OFF	3
7	OFF	OFF	OFF	3

Pada Gambar 5(a) pengujian perbandingan hasil pengukuran rata-rata tegangan menunjukkan perbedaan nilai rata-rata hasil pengukuran dengan menggunakan metode yang diusulkan dan nilai hasil rata-rata pengukuran dengan menggunakan alat ukur, dapat disimpulkan metode yang diusulkan memiliki tingkat keakuratan yang tinggi dengan selisih sebesar 0,76 V. Pada Gambar 5(b) pengujian perbandingan hasil pengukuran rata-rata arus juga menunjukkan perbedaan nilai rata-rata hasil pengukuran dengan menggunakan metode yang diusulkan dan nilai hasil rata-rata dengan menggunakan alat ukur, dapat disimpulkan metode yang diusulkan memiliki tingkat keakuratan yang tinggi dengan selisih sebesar 0,003 A. Pada Tabel 1 perhitungan biaya penggunaan terdapat nilai hasil pengukuran daya listrik, energi listrik, dan biaya, terlihat perbandingan pada pukul 00.00 hingga pukul 18.00 dan dengan pada pukul 18.00 hingga pukul 00.00 menunjukkan perbedaan nilai hasil energi dan biaya yang digunakan, ini dikarenakan pada pukul 00.00 hingga pukul 18.00 penggunaan listrik yang digunakan pada periode waktu tersebut cukup minim, sedangkan pada pukul 18.00 hingga pukul 00.00 hampir semua komponen listrik digunakan. Nilai hasil tersebut menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara besarnya energi yang dipakai dengan jumlah beban yang digunakan, semakin banyak beban yang digunakan maka semakin besar energi dan biaya yang digunakan dan begitu juga sebaliknya. Pada Tabel 2 perhitungan delay pengiriman data ke aplikasi menunjukkan terlihat sedikit perbedaan delay pada pengiriman data ke aplikasi monitoring, namun perbedaan tersebut cukup minim yang menandakan bahwa sistem dapat mengirimkan data dengan cukup cepat.

Produk Energy Management System mungkin merupakan salah satu cara dalam meningkatkan efisiensi pemakaian energi listrik. Model ini dapat berguna dalam hal penggunaan listrik yang berlebihan. Dalam metode ini, pemantauan penggunaan energi listrik dapat memberikan informasi kepada pelanggan terhadap jumlah energi listrik yang mereka gunakan.

Pada sistem ini dapat mengetahui besar penggunaan energi listrik dan juga biaya yang dikeluarkan. Berdasarkan Tabel 1 perhitungan biaya penggunaan, akumulasi real cost dari penggunaan beban listrik dalam satu gedung yang memiliki beberapa perangkat elektronik dapat dimonitoring dalam sistem ini. Berkaitan dengan hal tersebut, [6] telah melaporkan sistem monitoring khususnya besaran energi listrik saja tanpa biaya perKwh. Hal ini pun berkaitan dengan penelitian [5]-[12] yang juga sejalan dengan penelitian ini. Beberapa batasan harus diperhatikan, perlu diperhatikannya golongan tarif listrik dengan besarnya daya listrik sesuai agar tidak terjadi kesalahan dalam perhitungan biaya yang perlu dikeluarkan. Pekerjaan lebih lanjut tentang efisiensi energi listrik ini perlu menambahkan suatu sistem yang dapat mendeteksi secara langsung golongan tarif listrik yang diterapkan pada tempat implementasi dan dapat menggunakan sensor yang lebih akurat guna meminimalisir error yang terjadi.

Pada pengaplikasiannya, metode ini menunjukkan perbedaan nilai penggunaan energi listrik yang berbeda-beda yang bergantung pada banyaknya beban yang digunakan. Salah satu upaya dalam mengurangi penggunaan energi listrik yang tidak perlu yaitu dengan menerapkan sistem monitoring penggunaan energi listrik. Sistem monitoring penggunaan listrik ini menjadi salah satu metode dalam upaya penghematan penggunaan energi listrik dikarenakan dapat memantau penggunaan energi listrik tersebut secara langsung.

V. CONCLUSION

Dalam penelitian ini, kami mempresentasikan rancang bangun sistem pemantauan konsumsi listrik dengan sistem komunikasi berbasis Internet of Things di Gedung Toko UMKM Kota Balikpapan, Indonesia. Sistem ini dapat diakses kapan saja melalui aplikasi android dan memungkinkan pengukuran waktu nyata bagi pengguna. Hasil percobaan menunjukkan bahwa keakuratan nilai pembacaan parameter sistem rancangan mendekati nilai yang dibaca oleh alat standar multimeter. Sistem yang diusulkan memungkinkan pengguna untuk lebih memahami konsumsi energi setiap peralatan elektronik, sehingga membawanya untuk membuat pilihan yang lebih cerdas dalam hal konsumsi energi. Pekerjaan lebih lanjut dapat dilakukan dengan meningkatkan akurasi metode yang diusulkan dan menambahkan beberapa parameter listrik lainnya.

VI. REFERENCES

- [1] A. H. Ganesh and B. Zu, "A Review of Reinforcement Learning Based Energy Management Systems for Electrified Powertrains: Progress, Challenge, and Potential Solution," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 154, 2022.
- [2] R. Kango, S. Suhaedi, and F. A. Hasanuddin, "Implementation of The Internet of Things for Monitoring The Company's Electrical Power Consumption," *J. Asian Multicult. Res. Econ. Manag. Study*, vol. 2, no. 1, pp. 16–22, 2021,

- doi: 10.47616/jamrems.v2i1.72.
- [3] S. Vasanthapriyan and V. Randima, "Design IoT based smart electricity power saving university: Analysis from a lecture hall," *J. Comput. Sci.*, vol. 15, no. 8, pp. 1097–1107, 2019, doi: 10.3844/jcssp.2019.1097.1107.
- [4] S. Pencatatan *et al.*, "Sistem Pencatatan Pemakaian Listrik Menggunakan Aplikasi Arduino," *PROtek J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 6, no. 2, pp. 73–78, Sep. 2019, doi: 10.33387/PROTK.V6I2.1229.
- [5] A. F. Ikhfa and M. Yuhendri, "Monitoring Pemakaian Energi Listrik Berbasis Internet of Things," *JTEIN J. Tek. Elektro Indones.*, vol. 3, no. 1, pp. 257–266, May 2022, doi: 10.24036/JTEIN.V3I1.233.
- [6] W. Arsa, S. Politeknik, N. Denpasar, A. Surya, and A. Politeknik, "Analisis Sensor Arus Invasive ACS712 dan Sensor Arus Non Invasive SCT013 Berbasis Arduino," *PROtek J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 8, no. 1, pp. 13–21, May 2021, doi: 10.33387/PROTK.V8I1.2116.
- [7] - Andriana, - Zuklarnain, and H. Baehaqi, "Sistem kWh Meter Digital Menggunakan Modul PZEM-004T," *J. TIARSIE*, vol. 16, no. 1, p. 29, 2019, doi: 10.32816/tiarsie.v16i1.43.
- [8] Arzul and Mirzazoni, "Perancangan dan Implementasi Sistem Monitoring And Controlling (MAC) Beban Listrik Ruang Kuliah Menggunakan Wireless Sensor Network dan Arduino," *PROtek J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 1, pp. 1–4, May 2017, doi: 10.33387/PROTK.V4I1.173.
- [9] W.-J. Shyr, L.-W. Zeng, C.-K. C.-M. Lin, C.-K. C.-M. Lin, and W.-Y. Hsieh, "Application of an Energy Management System via the Internet of Things on a University Campus," *Eurasia J. Math. Sci. Technol. Educ.*, vol. 14, no. 5, pp. 1759–1766, 2018, doi: 10.12973/ejmste/80790.
- [10] A. D. Pangestu *et al.*, "Sistem Monitoring Beban Listrik Berbasis Arduino Nodemcu Esp8266," *J. Ampere*, vol. 4, no. 1, pp. 187–197, 2019.
- [11] Tukadi, W. Widodo, M. Ruswiensari, and A. Qomar, "Monitoring Pemakaian Daya Listrik Secara Realtime Berbasis Internet Of Things," *Semin. Nas. Sains dan Teknol. Terap. VII 2019*, pp. 581–586, 2019, [Online]. Available: <https://ejournal.itats.ac.id/sntekpan/article/download/659/468>
- [12] I. Chairunnisa and W. Wildian, "Rancang Bangun Alat Pemantau Biaya Pemakaian Energi Listrik Menggunakan Sensor PZEM-004T dan Aplikasi Blynk," *J. Fis. Unand*, vol. 11, no. 2, pp. 249–255, Apr. 2022, doi: 10.25077/JFU.11.2.249-255.2022.
- [13] M. Dell'Isola, G. Ficco, L. Canale, B. I. Palella, and G. Puglisi, "An IoT integrated tool to enhance user awareness on energy consumption in residential buildings," *Atmosphere (Basel)*, vol. 10, no. 12, 2019, doi: 10.3390/ATMOS10120743.
- [14] A. Bressn, M. Pandian, and P. Talari, "Reduced Energy Management on Atm's Air Conditioners using Iot," *Int. J. Innov. Technol. Explor. Eng.*, vol. 8, no. 9, pp. 631–635, 2019, doi: 10.35940/ijitee.i7598.078919.
- [15] D. Santos and J. C. Ferreira, "IoT power monitoring system for smart environments," *Sustain.*, vol. 11, no. 19, 2019, doi: 10.3390/su11195355.
- [16] H. Samuel, "Penerapan Kebijakan Penggunaan Energi Listrik Terhadap Kinerja Usaha Mikro Kecil dan Menengah Di Provinsi Jawa Timur," *J. Manaj. Pemasar.*, vol. 8, no. 1, pp. 39–46, May 2014, doi: 10.9744/PEMASARAN.8.1.39-46.
- [17] B. Prayitno, "Prototipe Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Peralatan Elektronik Rumah Tangga Berbasis Internet of Things," *Petir*, vol. 12, no. 1, pp. 72–80, 2019, doi: 10.33322/petir.v12i1.333.

Penerapan Energy Management System Melalui Internet of Things sebagai Efisiensi Listrik Sektor UMKM

ORIGINALITY REPORT

15%

SIMILARITY INDEX

15%

INTERNET SOURCES

5%

PUBLICATIONS

%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	ejournal.itats.ac.id Internet Source	3%
2	ojs.mputantular.ac.id Internet Source	2%
3	eprints.umm.ac.id Internet Source	2%
4	repository.petra.ac.id Internet Source	1%
5	journal.trunojoyo.ac.id Internet Source	1%
6	docplayer.info Internet Source	1%
7	e-journal.stmiklombok.ac.id Internet Source	1%
8	Imam Syukhron. "Penggunaan Aplikasi Blynk untuk Sistem Monitoring dan Kontrol Jarak Jauh pada Sistem Kompos Pintar berbasis IoT", Electrician, 2021 Publication	1%

9	garuda.kemdikbud.go.id Internet Source	<1 %
10	jatim.tribunnews.com Internet Source	<1 %
11	blog.sevagas.com Internet Source	<1 %
12	jurnal.polibatam.ac.id Internet Source	<1 %
13	ojs.unimal.ac.id Internet Source	<1 %
14	ejournal.unkhair.ac.id Internet Source	<1 %
15	www.researchgate.net Internet Source	<1 %
16	docobook.com Internet Source	<1 %
17	issuu.com Internet Source	<1 %
18	media.neliti.com Internet Source	<1 %
19	repository.its.ac.id Internet Source	<1 %

Exclude quotes On

Exclude matches Off

Exclude bibliography On