

SIMOD: SISTEM MONITORING KONSUMSI DAYA PERALATAN LISTRIK RUMAH BERBASIS INTERNET OF THINGS

Fashan Saraya^{1,*}, Gede Saindra Santyadiputra², I Md. Dendi Maysanjaya³

^{1,2,3} *Jurusan Teknik Informatika Fakultas Teknik dan Kejuruan Universitas Pendidikan Ganesha, Jln. Udayana No. 11 Singaraja 81116 INDONESIA*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana hasil pengembangan dari Sistem Monitoring Dengan Internet Of Things Untuk Monitoring Konsumsi Daya Peralatan Listrik Di Rumah. Penelitian ini menggunakan metode studi literatur, kemudian diimbangi dengan menggunakan model waterfall yaitu (1) Requirement yang dilakukan dengan cara menganalisa kebutuhan dari pengguna dengan cara melakukan proses observasi secara mendalam, (2) Design di sini merupakan proses untuk merancang sistem monitoring, (3) Implementation, pada tahapan ini peneliti mengintegrasikan semua perangkat, membuat kode program selengkapya untuk sistem monitoring, (4) Pada tahapan Integration & Testing, pertama - tama peneliti melakukan penggabungan alat-alat monitoring terlebih dahulu dilanjutkan dengan kalibrasi Setelah melakukan proses kalibrasi selanjutnya peneliti melakukan testing, (5) Selanjutnya Operation & Maintenance yaitu tahapan dimana peneliti akan mengoperasikan system dan alat untuk melihat apa saja yang perlu di perbaiki dan terakhir di tutup dengan menarik kesimpulan. Untuk lebih jelasnya, Tahap pengembangan dan pengujian disini dapat dibagi lagi menjadi beberapa proses yaitu pengumpulan kebutuhan, membangun prototipe, evaluasi, pengkodean prototipe, pengujian prototipe dan proses evaluasi. Jenis pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pengujian blackbox, whitebox, efektivitas serta validitas data. Hasil dari pengujian tersebut didapatkan hasil dari pengujian blackbox dan whitebox sudah berhasil, pengujian efektivitas sebesar 100% dan juga dilakukan pengujian validitas dengan peroleh margin of error sebesar 4,38% yang mengindikasikan bahwa pengujian validitas sudah valid.

Kata Kunci:

internet of things, smart home, dashboard, monitoring, energi listrik

Abstract

This study aims to find out how the results of the development of a Monitoring System With the Internet of Things for Monitoring the Power Consumption of Electrical Equipment at Home are. This research uses a literature study method, then balanced by using the waterfall model, namely (1) Requirements carried out by analyzing the needs of users by conducting an in-depth observation process, (2) Design here is a process for designing a monitoring system, (3) Implementation, at this stage the researcher integrates all the devices, creates the complete program code for the monitoring system, (4) At the Integration & Testing stage, the researcher first combines the monitoring tools first, followed by calibration. testing, (5) Furthermore, Operation & Maintenance is the stage where researchers will operate the system and tools to see what needs to be repaired and finally closed by drawing conclusions. For more details, the development and testing stage here can be further divided into several processes, namely requirements gathering, prototype building, evaluation, prototype coding, prototype testing and evaluation processes. The types of tests carried out in this study are blackbox, whitebox, effectiveness and data validity testing. The results of these tests showed that the results of the blackbox and whitebox testing had been successful, the effectiveness testing was 100% and validity testing was also carried out with a margin of error of 4.38% which indicated that the validity testing was valid.

Keywords:

Internet of things, smart home, dashboard, monitoring, electrical energy

* Korespondensi

E-mail: fashan@undiksha.ac.id

1. PENDAHULUAN

Ketersediaan energi khususnya energi listrik merupakan elemen yang sangat penting dalam berbagai aspek kehidupan manusia, sekaligus sebagai kebutuhan mutlak untuk menunjang pembangunan nasional yang berkelanjutan. Dengan melakukan penghematan listrik, pemerintah dapat mendorong pemenuhan kebutuhan listrik daerah-daerah yang belum mendapatkan akses listrik (Puspawardani, 2018). banyak cara yang dapat dilakukan untuk menghemat listrik, salah satunya yaitu dengan cara melakukan konservasi energi. Semua orang memang mendambakan untuk dapat melaksanakan konservasi energi listrik namun pada kenyataannya Indonesia masih belum memiliki kesadaran untuk mengkonservasi energi listrik itu sendiri. Konsumsi energi listrik mengalami pertumbuhan di sepuluh bulan pertama. PT Perusahaan Listrik Negara (Persero) atau PLN mencatat, konsumsi listrik di sepanjang Januari-Oktober 2021 mencapai 210.37 Terawatt-hour (TWh) atau naik 4,69% dibanding periode sama tahun lalu. Secara terperinci, realisasi konsumsi listrik Januari-Oktober 2021 terdiri atas konsumsi energi listrik pada segmen pelanggan rumah tangga sebesar 95.32 TWh (45%), pelanggan sosial 7.05 TWh (3,35%), pelanggan bisnis 34,31 TWh (16,31%), pelanggan industri 65,33 TWh (31,05%), pelanggan publik 6,76 TWh (3,21%), dan pelanggan Traksi 1,61 TWh (0,76%). Dapat dilihat berdasarkan pernyataan di atas bahwa konsumsi listrik pada segmen pelanggan rumah tangga sebesar 95.32 TWh atau setara dengan (45%), hal ini merupakan masalah yang seharusnya dapat di pecahkan.

Salah satu solusi yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah konservasi energi di sector rumah tangga adalah dengan menggunakan sebuah teknologi. Terdapat beberapa teknologi yang dapat digunakan, teknologi yang mutakhir saat ini yaitu internet of things (IOT). Penggunaan IOT sangat penting pada masa ini karena dengan IOT sebuah alat dapat berjalan dengan baik serta lancar, dikarenakan IOT telah digunakan hamper di seluruh dunia yang artinya teknologi IOT ini dapat di pergunakan dimana saja dan dapat dikatakan IOT cukup mudah untuk di terapkan. Secara sederhana menurut IoT tersebut merupakan sebuah teknologi yang dapat menyatukan dunia virtual teknologi informasi dengan benda riil di dunia nyata. IoT dapat bekerja dengan mengambil data dari pembacaan sensor yang diletakkan pada benda di dunia nyata kemudian dikirimkan ke server. Dengan menggabungkan stop kontak dengan teknologi IoT, kita dapat mengoptimalkan manfaat dari penggunaan listrik tersebut. Salah satu pengoptimalan manfaat yang ada adalah dengan memonitoring penggunaan daya listrik pada alat rumah tangga dan dilengkapi dengan sistem notifikasi sehingga diharapkan penggunaan listrik dapat di monitoring dengan baik. Maka dari itu sistem monitoring ini sangat tepat di kembangkan untuk memonitoring konsumsi energi listrik khususnya disini sector rumah tangga yang merupakan pelanggan terbanyak dan pelanggan dengan konsumsi sumber daya/energi listrik paling besar.

Dengan system ini nantinya akan mempermudah masyarakat dalam memonitoring seberapa besar mereka menghabiskan daya listrik per bulannya. Memonitoring setiap alat-alat rumah tangga seperti lampu belajar, setrika, carger handphone dan lain sebagainya dapat mendisiplinkan dan menyadarkan bahwa alat-alat rumah tangga itu mengkonsumsi banyak energi listrik jika digunakan terus menerus tanpa jeda, bahkan ketika tidak di gunakan pun alat - alat rumah tangga ini akan tetap memakan daya listrik saat kabelnya masih terpasang di stop kontak. Maka dari itu sistem monitoring ini dikatakan gerakan yang paling tepat untuk mengendalikan lonjakan konsumsi daya listrik pada sector rumah tangga. Memonitoring daya listrik disini merupakan kegiatan memantau atau mengawasi penggunaan energi listrik di rumah tangga menggunakan suatu sistem. Dengan sistem monitoring ini, masyarakat akan lebih sadar akan pentingnya konservasi energi.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Ardiansyah, 2020) Dengan judul “Monitoring Daya Listrik Berbasis IoT (Internet of Things)” mendapatkan hasil bahwa alat monitoring daya listrik ini mampu menampilkan dari pembacaan nilai tegangan dan arus. Nilai tegangan dan arus tersebut dikalkulasikan menjadi nilai kWh dan biaya konsumsi listrik, selain itu alat monitoring ini terdapat relay sebagai saklar yang dapat membatasi arus yang masuk sehingga pengguna energi listrik dapat menghemat energi listrik dengan cara mengatur nilai arus beban yang bisa digunakan. Penelitian sejenis ini juga sudah dilakukan oleh peneliti terlebih dahulu, berikut beberapa peneliti yang sudah melakukan penelitian tersebut terlebih dahulu (Febriantika Rahayu, n.d.; Hudan & Rijianto, n.d.; Lianda et al., 2019; Mantik, n.d.; Nur Habibi et al., 2017; Pangestu et al., 2020; Pela & Pramudita, 2021; Radhitya et al., 2021; Widodo et al., n.d.) , dengan teknologi IoT yang dikaji oleh (Azman, n.d.; Dr. Setiawardhana, 2021; Erbschloe, n.d.; Krogh, n.d.)

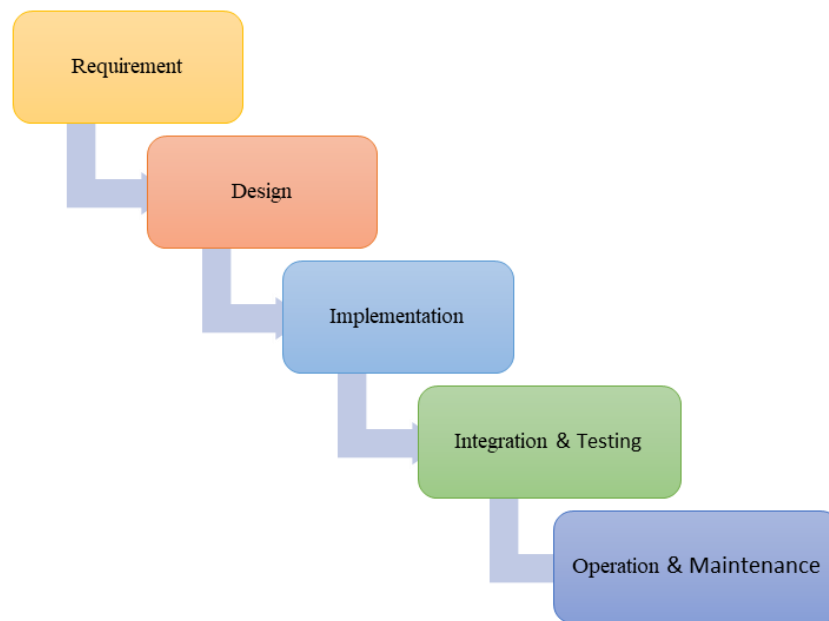
Berdasarkan pemaparan sebelumnya, maka perlu dilakukan suatu penelitian dengan judul “SIMOD: Sistem Monitoring Dashboard Konsumsi Daya Peralatan Listrik Rumah Berbasis Internet Of Things”. Penelitian ini diharapkan dapat merealisasikan tujuan dari pemerintah untuk dapat mengkonsevasi energi listrik di Indonesia dan menurunkan pembuatan mesin tenaga listrik, karena sumber daya listrik di

Indonesia dipergunakan dengan berlebihan. Alat monitoring ini pula dapat mengedukasi dan menumbuhkan kesadaran masyarakat bahwa konsumsi energi listrik relatif besar sehingga perlu melakukan konservasi energi listrik.

2. METODE

A. Alur Penelitian

Adapun metode yang digunakan dalam pengembangan SIMOD: Sistem Monitoring Dashboard Konsumsi Daya Berbasis Internet of Things adalah model waterfall, yang membutuhkan beberapa tahapan/proses, sebagaimana yang tertera pada Gambar 1.

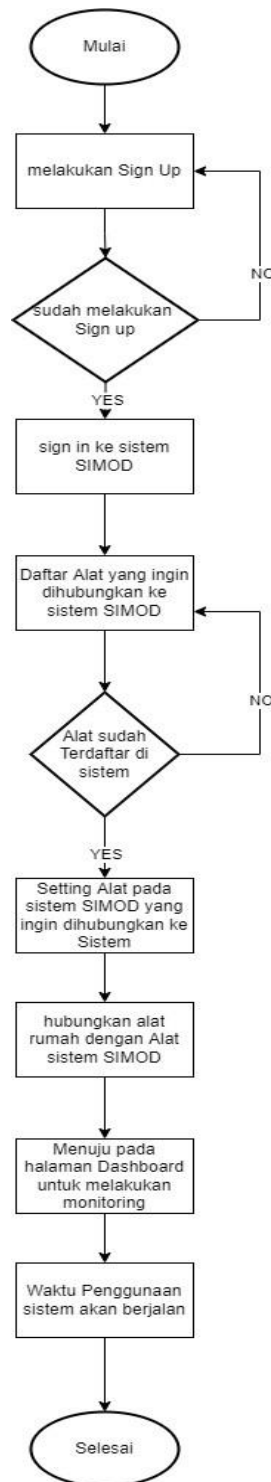


Gambar 1. Model *waterfall*

Pada Gambar 1 menunjukkan bagan alur dari penelitian yang akan dilakukan. Untuk lebih jelasnya dapat di lihat dibawah ini:

1. Langkah yang pertama adalah Requirement yang dilakukan dengan cara menganalisa kebutuhan dari pengguna dengan cara melakukan proses observasi secara mendalam sehingga akan mempermudah peneliti pada langkah selanjutnya. Pada tahapan ini pula peneliti mengecek biaya tagihan listrik yang dikeluarkan oleh beberapa rumah dalam kurun waktu satu bulan. Pada penelitian ini terdapat 3 rumah yang akan diteliti dengan total 10 orang responden untuk dilakukan uji coba.
2. Langkah kedua yaitu desain dengan melakukan proses pengkodean untuk mengetahui gambaran jelas mengenai tampilan antar muka dari system yang dibuat. Pada tahapan ini pula peneliti melakukan desain terhadap beberapa hal penting yaitu Proses kerja system, rangkaian system, desain wireframe aplikasi, diagram flowchart dan desain komunikasi antar perangkat. Untuk memberikan gambaran bagaimana system monitoring akan di jelaskan pada Gambar 2. Flowchart Sistem Monitoring. Dari flowchart tersebut dapat dijelaskan , proses pertama yang dilakukan oleh pengguna adalah melakukan pembuatan akun atau sign up ke sistem, apabila pengguna telah memiliki akun atau telah membuat akun sebelumnya maka pengguna bisa langsung ke langkah selanjutnya yaitu melakukan sign in pada sistem. Setelah itu pengguna akan melihat daftar barang yang sudah tersedia pada sistem, apabila alat rumah yang ingin digunakan masih belum terdaftar maka pengguna mendaftarkan terlebih dahulu alat yang ingin digunakan pada sistem namun apabila alat rumah yang ingin digunakan pengguna sudah terdaftar atau tersedia maka pengguna dapat langsung melanjutkan ke langkah berikutnya. Pengguna lalu melakukan setting alat dengan melakukan pemilihan alat rumah mana yang ingin dipantau setelah mendaftarkan alat rumah tersebut sebelumnya pada sistem, setelah proses setting alat selesai pengguna dapat menghubungkan alat rumah yang ingin dipantau dengan alat sistem

SIMOD agar sistem dapat membaca konsumsi daya yang digunakan oleh alat rumah yang ingin dipantau, kemudian pengguna dapat menuju ke halaman dashboard untuk melakukan proses monitoring atau pemantauan. Waktu dari penggunaan sistem akan berjalan.



Gambar 2. *Flowchart* sistem monitoring

3. Langkah metode waterfall yang berikutnya yaitu implementasi kode program dengan menggunakan tools dan Bahasa pemrograman. Pada tahapan ini peneliti mengintegrasikan semua perangkat, membuat kode program selengkapny untuk sistem monitoring yang dibuat. Kode program tersebut dibuat menggunakan Arduino IDE. Selanjutnya peneliti melakukan implementasi pada alat-alat elektronik.

4. Tahapan yang keempat, masuk dalam proses integrasi dan pengujian sistem. Pada tahapan Integration & Testing, pertama - tama peneliti melakukan penggabungan alat-alat monitoring terlebih dahulu dilanjutkan dengan kalibrasi untuk memastikan tidak ada alat rumah tangga yang rusak atau sistem alat SIMOD bekerja dengan baik. Setelah melakukan proses kalibrasi selanjutnya peneliti melakukan testing apakah alat monitoring dan website sistem yang dibuat sudah sesuai atau belum.
5. Tahapan yang terakhir yaitu Operation & Maintenance yaitu tahapan dimana peneliti akan mengoperasikan system dan alat untuk melihat apa saja yang perlu di perbaiki setelah itu bila ada kesalahan atau eror maka akan dilakukan perbaikan pada tahap ini.

B. Parameter Pengujian

Adapun parameter pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi:

1. Pengujian Black Box
Pengujian black box ini dilakukan untuk menguji hasil input dan output berdasarkan fungsionalitas yang terdapat di dalam SIMOD.
2. Pengujian White Box
Pengujian white box dilakukan untuk menguji proses algoritma apakah sudah berjalan sesuai dengan tujuan penelitian atau belum.
3. Pengujian Efektivitas
Pengujian efektivitas ini merupakan pengujian yang digunakan untuk mengetahui seberapa jauh tercapainya suatu tujuan yang diinginkan, tahap pengujian efektivitas ini mengacu kepada flowchart yang sudah dibuat. Tahapan dimulai dari proses pengaktifan prototipe sampai dengan penyimpanan data ke database. Angket yang diberikan merupakan angket mengenai fungsionalitas system itu sendiri, contohnya system dapat melakukan login, register, menampilkan grafik dan pertanyaan lain tentang fungsi system. Angket ini menggunakan 2 jawaban yaitu benar dan salah, dengan bobot untuk setiap jawaban diberikan 1 point. Adapun untuk menghitung persentase setiap responden menggunakan Persamaan (1)

$$\text{Persentase Setiap Responden} = \frac{\text{Jumlah Benar}}{\text{Jumlah Skor maksimal}} \times 100\% \quad (1)$$

Kemudian untuk perhitungan memperoleh Rata - rata persentase total responden dapat dilakukan dengan Persamaan (2).

$$\text{Rata-rata persentase total} = \frac{\text{Jumlah total persentase responden}}{\text{Jumlah responden}} \quad (2)$$

4. Pengujian Validitas
Pengujian validitas merupakan pengujian yang dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi rancangan alat dari sistem SIMOD, pengujian validitas ini untuk menguji ketepatan dari pembacaan data Arus dan Tegangan. Untuk memperoleh margin of error dari pengujian yang sudah dilakukan dapat menggunakan Persamaan (3).

$$\text{Margin of Error (MoE)} = MoE = z \times \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (3)$$

Keterangan:

- σ = simpangan baku (0,5)
- z = nilai kepercayaan (1,96)
- n = ukuran sampel (500)

Untuk mendapatkan nilai persentase dari masing-masing pengujian yang sudah dikerjakan dapat menggunakan Persamaan (4)

$$\text{Persentase Error} = \left(\frac{(\text{exact value} - \text{approximate value})}{\text{exact value}} \right) \times 100\% \quad (4)$$

Keterangan :

- Exact value = nilai sebenarnya
- Approximate value = nilai perkiraan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Berdasarkan hasil pengembangan SIMOD: Sistem Monitoring Dashboard Konsumsi Daya Peralatan Listrik Rumah Berbasis IoT dengan melakukan monitoring pada dashboard diperoleh hasil sebagai berikut:

1. Pada penelitian ini terdapat 3 rumah yang akan diteliti dengan total 10 orang responden untuk dilakukan uji coba. Berdasarkan kegiatan observasi terhadap daya yang digunakan peralatan rumah tangga didapatkan hasil pengukuran seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengukuran daya untuk peralatan rumah tangga

Alat	Arus	Tegangan	Energi
Kipas Angin	0,15 A	216 V	0.032 Kwh
Charger HP	0,13 A	228 V	0,027 Kwh
Charger Laptop	0,18 A	222 V	0,018 Kwh
Setrika	1,59 A	215 V	0,342 Kwh
Vacum Cleaner	2,05 A	212 V	0,428 Kwh

2. Berdasarkan kegiatan observasi terhadap daya yang digunakan peralatan rumah tangga didapatkan hasil pengukuran seperti pada Tabel 1 di atas, setelah mengetahui hasil pengukuran daya tersebut selanjutnya dilakukan kegiatan wawancara untuk mengetahui biaya tagihan listrik yang di keluarkan oleh beberapa rumah dalam kurun waktu satu bulan seperti informasi pada Tabel 2.

Tabel 2. Nominal biaya token listrik per bulan

Keluarga	Nominal Per bulan
Suroto	Rp 300.000
Iwan Setiawan	Rp 200.000
Valentino Rumtily	Rp100.000

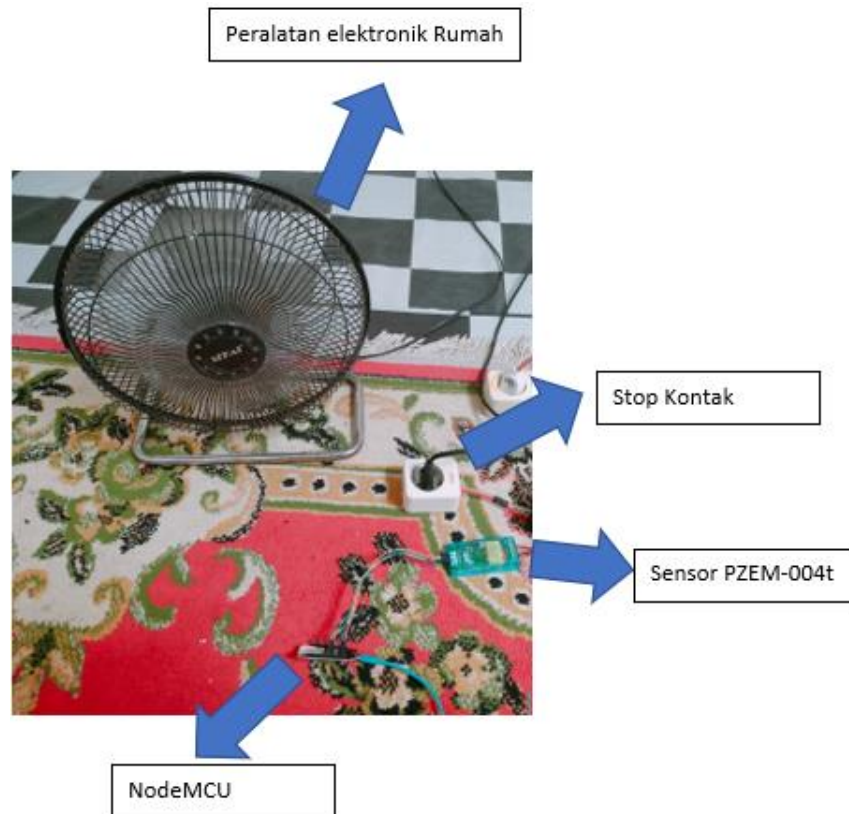
Pada kegiatan wawancara telah didapatkan data mengenai biaya tagihan listrik pada setiap rumah namun dikarenakan rumah yang di observasi memakai token listrik di rumahnya, maka disini akan dituliskan berapa nominal pengisian token listrik setiap bulannya.

Untuk penjelasan hubungan dan kesesuaian penggunaan daya per bulannya dapat di jelaskan sebagai berikut: Pada Tabel 2 pak Suroto yang membayar token listrik seharga Rp 300.000 dalam satu bulan, dengan sistem SIMOD pak Suroto akan mengetahui secara detail alat apa saja yang mengkonsumsi daya sehingga pak Suroto membayar token listrik sejumlah Rp 300.000 perbulannya, dengan mengetahui secara detail peralatan elektronik rumah yang mengkonsumsi daya pak Suroto juga dapat memprediksi pengeluaran atau pembayaran token yang akan datang dengan menghitung total penggunaan kwh yang telah diketahui melalui sistem SIMOD serta dapat mengurangi penggunaan dari salah satu peralatan elektronik rumah jika dirasa berlebih. dengan sistem SIMOD pak suroto juga tidak perlu merangkum secara manual untuk penggunaan alat listrik dirumahnya dikarenakan sudah tersedia catatan mengenai tanggal penggunaan peralatan elektronik rumah serta grafik rata-rata konsumsi daya harian, mingguan dan bulanan secara otomatis.

3. Implementasi Desain Rangkaian SIMOD

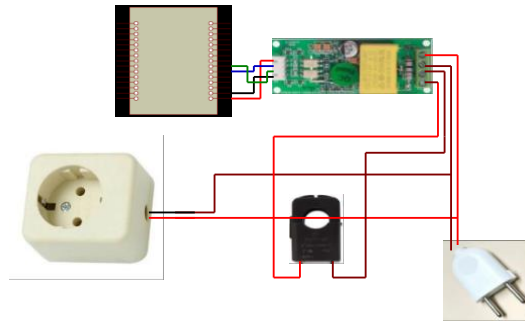
Pada Gambar 3 merupakan rangkaian sistem monitoring dashboard konsumsi daya, pada NodeMCU Pin D6 yang berfungsi sebagai pin Rx dan D7 berfungsi sebagai pin Tx keduanya terhubung dengan sensor, tt proses ini yang nanti akan digunakan untuk melakukan komunikasi serial guna mendapatkan hasil deteksi dari sensor yaitu berupa arus, tegangan, power, dan energi. Terdapat 4 slot pada sensor, 2 slot terhubung dengan alat pembaca arus yaitu slot L IN dan L OUT, sementara 2 slot lagi yaitu N IN dan N OUT terhubung dengan stop kontak nantinya dari proses ini akan terbaca berapakah tegangannya kemudian untuk 2 slot yang terhubung dengan stop kontak juga akan dihubungkan dengan steker untuk mendapatkan sumber energi listrik agar dapat mengalir listrik pada stop kontak agar alat rumah bisa menyala serta arus dan tegangan dapat terbaca. Kemudian apabila arus dan tegangan sudah terbaca selanjutnya akan di proses oleh

NodeMCU menggunakan library PZEM-004t untuk memperoleh nilai daya dan energi. Setelah seluruh data telah siap, NodeMCU akan memproses pengiriman data ke database. Terdapat sebuah perubahan rangkaian yaitu pada stop kontak yang diubah menjadi satu slot untuk menghindari pengguna menghubungkan alat lebih dari satu alat rumah yang nantinya dapat mengubah jumlah data, dari yang seharusnya mengirimkan data tiap alat menjadi gabungan dari beberapa alat rumah.



Gambar 3. Implementasi rangkaian SIMOD

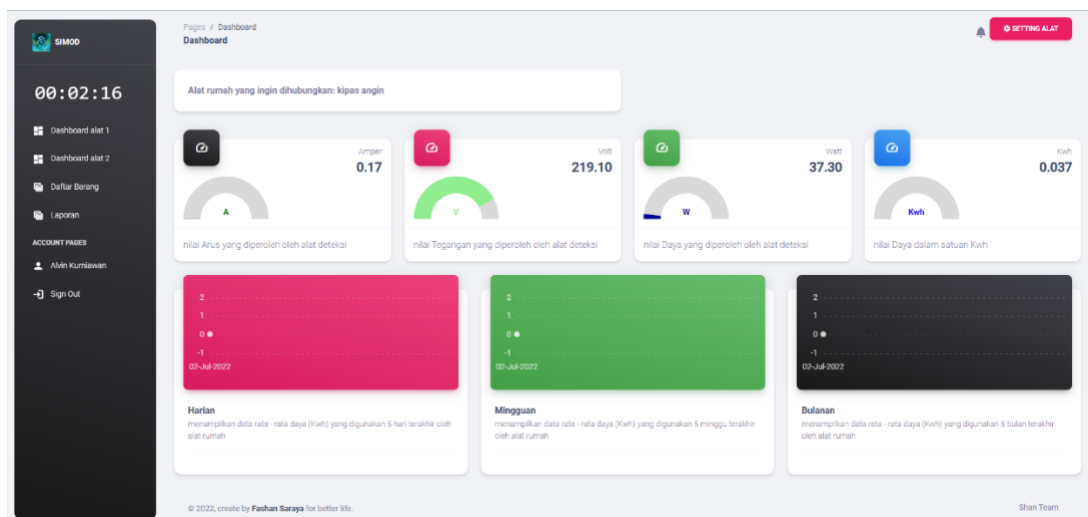
Pada Gambar 4 merupakan bagan digital rangkaian sistem monitoring dashboard konsumsi daya, pada Gambar 4 terlihat NodeMCU Pin D6 yang berfungsi sebagai pin Rx dan D7 berfungsi sebagai pin Tx keduanya terhubung dengan sensor, proses ini yang nanti akan digunakan untuk melakukan komunikasi serial guna mendapatkan hasil deteksi dari sensor yaitu berupa arus, tegangan, power, dan energi. Terdapat 4 slot pada sensor, 2 slot terhubung dengan alat pembaca arus yaitu slot LIN dan LOUT, sementara 2 slot lagi yaitu NIN dan NOUT terhubung dengan stop kontak nantinya dari proses ini akan terbaca berapakah tegangannya kemudian untuk 2 slot yang terhubung dengan stop kontak juga akan dihubungkan dengan steker untuk mendapatkan sumber energi listrik agar dapat mengalir listrik pada stop kontak agar alat rumah bisa menyala serta arus dan tegangan dapat terbaca. Kemudian apabila arus dan tegangan sudah terbaca selanjutnya akan di proses oleh NodeMCU menggunakan library PZEM-004t untuk memperoleh nilai daya dan energi. Setelah seluruh data telah siap, NodeMCU akan memproses pengiriman data ke database. Terdapat sebuah perubahan rangkaian yaitu pada stop kontak yang diubah menjadi satu slot untuk menghindari pengguna menghubungkan alat lebih dari satu alat rumah yang nantinya dapat mengubah jumlah data, dari yang seharusnya mengirimkan data per alat menjadi gabungan dari beberapa alat rumah.



Gambar 4. Bagan elektronik rangkaian SIMOD

4. Implementasi Sistem

Hasil Implementasi Sistem pada alat-alat elektronik dapat dikatakan berhasil karena sistem dapat merekam penghabisan daya alat-alat elektronik dengan baik dan benar sesuai dengan yang diharapkan. Gambar 5 merupakan gambar hasil implementasi sistem. Dapat di jelaskan pada bagian Dashboard terdapat tampilan sidenav di bagian kiri untuk melihat menu apa saja yang terdapat pada sistem ini. Selanjutnya terdapat 2 jenis grafik yaitu grafik setengah lingkaran dan grafik garis. Grafik setengah lingkaran berfungsi untuk menampilkan nilai arus, nilai tegangan, nilai power dan nilai energi yang diperoleh oleh alat deteksi. Sementara grafik garis berfungsi untuk menampilkan data rata-rata energi yang digunakan harian, mingguan serta bulanan.



Gambar 5. Hasil implementasi sistem

5. Hasil Testing pada Sensor PZEM-004t

Pengujian PZEM-004t dilakukan untuk mengetahui apakah sensor tersebut berfungsi dengan baik atau tidak. Caranya yaitu dengan mengambil beberapa data dan melakukan pengecekan data yang berupa arus dan tegangan. Tabel 3 merupakan hasil pengujian sensor PZEM-004t.

Tabel 3. Hasil pengujian sensor PZEM-004t

Percobaan	Indikator	Dengan Prototipe	Tidak Dengan Prototipe	Perbedaan
Percobaan 1	Arus	0,13 A	0,126 A	0,004 A
	Tegangan	227,10 V	229,8 V	2,6 V
Percobaan 2	Arus	0,13 A	0,126 A	0,004 A
	Tegangan	227,10 V	229,8 V	2,7 V
Percobaan 3	Arus	0,13 A	0,126 A	0,004 A
	Tegangan	227,10 V	229,8 V	2,7 V

Percobaan	Indikator	Dengan Prototipe	Tidak Dengan Prototipe	Perbedaan
Percobaan 4	Arus	0,13 A	0,126 A	0,004 A
	Tegangan	227,10 V	229,8 V	2,7 V
Percobaan 5	Arus	0,13 A	0,126 A	0,004 A
	Tegangan	227,10 V	229,8 V	2,7 V
Percobaan 6	Arus	0,13 A	0,126 A	0,004 A
	Tegangan	227,00 V	229,9 V	2,9 V
Percobaan 7	Arus	0,13 A	0,126 A	0,004 A
	Tegangan	227,10 V	229,9 V	2,8 V
Percobaan 8	Arus	0,13 A	0,126 A	0,004 A
	Tegangan	227,10 V	229,9 V	2,8 V
Percobaan 9	Arus	0,13 A	0,126 A	0,004 A
	Tegangan	227,00 V	229,9 V	2,9 V
Percobaan 10	Arus	0,13 A	0,126 A	0,004 A
	Tegangan	226,90 V	229,9 V	3 V

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 3 diperoleh informasi bahwa kinerja pada sensor PZEM-004t adalah normal.

6. Pengujian Black Box

Tabel 4 hasil dari pengujian black box.

Tabel 4. Hasil pengujian *black box*

NO	Komponen yang diuji	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1	Sign In	Sesuai	Normal
2	Sign Up	Sesuai	Normal
3	Notifikasi Penggunaan Perjam	Sesuai	Normal
4	Logout	Sesuai	Normal
5	Melihat Data Laporan	Sesuai	Normal
6	Melakukan Setting Alat	Sesuai	Normal
7	Melakukan Pendaftaran Alat Rumah	Sesuai	Normal

Berdasarkan hasil pengujian black box pada Tabel 4 dapat disimpulkan bahwa sistem berjalan sesuai harapan.

7. Pengujian White Box

Pada Tabel 5 merupakan hasil pengujian white box.

Tabel 5. Hasil pengujian *white box*

NO	Nama Algoritma	Kesesuaian	
		Ya	Tidak
1	Algoritma untuk mengetahui konsumsi daya alat rumah	Ya	
2	Algoritma untuk mengirimkan notifikasi pada user	Ya	
3	Algoritma untuk melihat data laporan	Ya	
4	Algoritma untuk Logout	Ya	
5	Algoritma untuk Sign In	Ya	
6	Algoritma untuk Sign Up	Ya	

Berdasarkan hasil pengujian white box yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian konsisten dengan algoritma yang ada.

8. Pengujian Efektivitas

Adapun hasil pengujian efektivitas dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil pengujian efektivitas

NO	Nama Responden	Benar	Salah
1	Fajar Ahmadi	11	0
2	Iwan Setiawan	11	0
3	Asri Prahapsari	11	0
4	Alfin Kurniawan	11	0
5	Suroto	11	0
6	Desta Aditya Prayoga	11	0
7	Sri andayani	11	0
8	Valentino Rumtily	11	0
9	Novita Dwi Kurniasari	11	0
10	Klementinus Nardi Hani	11	0

Berdasarkan angket yang telah disebarakan kepada responden untuk mengetahui efektivitas dari prototipe menggunakan Persamaan 1, diperoleh hasil persentase responden sebesar 100% dan rata - rata persentase total responden sebesar 100%.

Tabel 7. Kriteria kategori respon pengguna

Rentan Skor	Kategori
0 – 20	Tidak Efektif
21 – 40	Kurang Efektif
41 – 60	Cukup Efektif
61 - 80	Efektif
81 - 100	Sangat Efektif

Berdasarkan Tabel 7, respon pengguna menyatakan bahwa hasil pengujian efektivitas mendapatkan presentase sebesar 100% dengan kategori yaitu sangat efektif.

9. Pengujian Validitas

Pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil data dengan menggunakan alat konvensional dan alat SIMOD sebanyak 50 kali lalu kemudian dibandingkan.

Tabel 8. Hasil pengujian validitas

NO	Nama Responen	Pengujian	Rata-rata nilai perbedaan
1	Fajar Ahmadi	Arus	0,00128
		Tegangan	3,37
2	Iwan Setiawan	Arus	0,00188
		Tegangan	2,878
3	Asri Prahapsari	Arus	0,00088
		Tegangan	2,892
4	Alfin Kurniawan	Arus	0,00344
		Tegangan	1,862
5	Suroto	Arus	0,00034
		Tegangan	2,344
6	Desta Aditya Prayoga	Arus	0,00192
		Tegangan	2,848
7	Sri Andayani	Arus	0,00088
		Tegangan	3,51
8	Valentino Rumtily	Arus	0,00464
		Tegangan	2,916
9	Novita Dwi Kurniasari	Arus	0,0056
		Tegangan	3,338
10	Klementinus Nardi Hani	Arus	0,0039
		Tegangan	2,608
	Rata-rata perbedaan Arus		0,005538
	Rata-rata perbedaan Tegangan		2,8566

Berdasarkan hasil pada Tabel 8, diperoleh informasi rata-rata perbedaan arus sebesar 0,005538 A dan rata-rata perbedaan tegangan sebesar 2,8566 V. Untuk nilai Margin of Error (MoE) dengan menggunakan Persamaan 3 diperoleh hasil $MoE = 1,96 \times \frac{0,5}{\sqrt{500}} = 0,0438 = 4,38\%$.

Untuk mendapatkan nilai persentase dari masing-masing pengujian yang sudah dikerjakan dapat menggunakan Persamaan 4 dan dibandingkan dengan Tabel 9 untuk penentuan kriteria kategori penilaian validitas sensor.

Tabel 9. Kriteria kategori penilaian validitas sensor

Rentangan Skor	Kategori
%error <= galat presentase	Valid
%error > galat presentase	Tidak Valid

1) Galat Persentase Sensor PZEM-004t terhadap arus

$$\%error = \left(\frac{(1,005538-1)}{1,005538} \right) \times 100\%$$

$$\%error = (0,005538) / 1,005538 \times 100\%$$

$$\%error = 0,5507499\%$$

Berdasarkan perhitungan yang sudah dilakukan diperoleh kesimpulan bahwa pengujian sensor PZEM-004t terhadap arus yaitu valid, dengan galat 0,5507499%

2) Galat Persentase Sensor PZEM-004t terhadap tegangan

$$\%error = \left(\frac{(262,8566-260)}{262,8566} \right) \times 100\%$$

$$\%error = (2,8566) / 262,8566 \times 100\%$$

$$\%error = 1,08675224\%$$

Berdasarkan perhitungan yang sudah dilakukan diperoleh kesimpulan bahwa pengujian sensor PZEM-004t terhadap tegangan yaitu valid, dengan galat 1,08675224%

B. Pembahasan

Berdasarkan pengumpulan informasi dan kebutuhan dari hasil tahap Requirement dengan cara melakukan proses wawancara. Permasalahan yang ditemukan yaitu penggunaan listrik pada sektor rumah tangga sebesar 45%, hal ini menyebabkan sumber daya listrik digunakan secara besar-besaran tanpa adanya kesadaran masyarakat untuk melakukan gerakan konservasi energi. Konservasi energi merupakan salah satu cara efektif untuk melestarikan sumber energi listrik untuk kepentingan kita bersama saat ini dan nanti. Masalah tersebut dapat diatasi dengan adanya sebuah terobosan pengembangan teknologi. Teknologi yang dibutuhkan dalam proses konservasi energi yang ada di rumah yaitu teknologi yang mampu mengetahui serta memantau penggunaan energi listrik yang ada di rumah itu sendiri. Sebelum melakukan tahapan implementasi di rumah, dibutuhkan sebuah rancangan alat yang nantinya berguna untuk implementasi kondisi yang ada di lapangan dalam sebuah bentuk teknologi bentuk asli. Definisi smart home, dijelaskan oleh Lutolf pada penelitian yang dilakukan oleh (Isnaeni, 2018) pada tahun 2018 yaitu smart home merupakan sebuah konsep integrasi dari beberapa service didalam rumah menggunakan sistem komunikasi yang sama, dan tetap menjamin keamanan dan kenyamanan dengan fungsi kecerdasan yang tinggi.

SIMOD: Sistem Monitoring Dashboard Konsumsi Daya Peralatan Listrik Rumah Berbasis Internet of Things dapat menjadi solusi yang efektif untuk memantau aktifitas penggunaan energi listrik peralatan rumah. SIMOD juga dapat memberikan notifikasi kepada pengguna jika penggunaan listrik telah mencapai 1 jam penggunaan, sehingga pengguna dapat lebih peduli terhadap penggunaan peralatan rumah yang mengkonsumsi energi listrik dan pengguna dapat menjalankan aktivitas sehari-hari dengan lebih baik.

SIMOD: Sistem Monitoring Dashboard Konsumsi Daya Peralatan Listrik Rumah Berbasis Internet of Things memiliki module NodeMCU dan setiap module NodeMCU memiliki mac address. Mac address tersebut yang akan terhubung dengan alat elektronik rumah sehingga siapapun, dimanapun dan apapun barangnya yang terhubung dengan mac address yang akan tercatat tetapi dalam penelitian ini peneliti membatasi dalam ruang lingkup Rumah dengan barang yang sudah ditentukan pada tahap analisis terlihat pada Tabel 1 pencatatan berguna untuk mengetahui konsumsi daya setiap peralatan elektronik rumah, dengan cara tersebut dapat diketahui penggunaan daya listrik atau kwh perbulannya berasal dari peralatan elektronik rumah apasaja, semisal pada Tabel 2 pak Suroto yang membayar token listrik seharga Rp 300.000 dalam satu bulan, dengan sistem SIMOD pak Suroto akan mengetahui secara detail alat apa saja yang mengkonsumsi daya sehingga pak Suroto membayar token listrik sejumlah Rp 300.000 perbulannya, dengan mengetahui secara detail peralatan elektronik rumah yang mengkonsumsi daya pak Suroto juga dapat memprediksi pengeluaran atau pembayaran token yang akan datang dengan menghitung total penggunaan kwh yang telah diketahui melalui sistem SIMOD serta dapat mengurangi penggunaan dari salah satu peralatan elektronik rumah jika dirasa berlebih. dengan sistem SIMOD pak suroto juga tidak perlu merangkum secara manual untuk penggunaan alat listrik dirumahnya dikarenakan sudah tersedia catatan mengenai tanggal penggunaan peralatan elektronik rumah serta grafik rata-rata konsumsi daya harian, mingguan dan bulanan secara otomatis. Selain itu pak Suroto juga dapat mengetahui siapa saja yang ikut berpartisipasi dalam mengkonsumsi daya dengan kwh tertentu sehingga pak Suroto harus membayar token listrik sejumlah Rp 300.000. Pada sistem SIMOD hanya dapat menggunakan satu akun dalam satu waktu dan satu akun dapat terhubung dengan banyak sensor PZEM-004t yang terhubung ke stop kontak tetapi pada penelitian ini ditentukan hanya menggunakan dua sensor saja. SIMOD: Sistem Monitoring Dashboard Konsumsi Daya Peralatan Listrik Rumah Berbasis Internet of Things dapat menjadi solusi yang efektif untuk memantau aktifitas penggunaan energi listrik peralatan rumah. SIMOD juga dapat memberikan notifikasi kepada pengguna jika penggunaan listrik telah mencapai 1 jam penggunaan, sehingga pengguna dapat lebih peduli terhadap penggunaan peralatan rumah yang mengkonsumsi energi listrik dan pengguna dapat menjalankan aktivitas sehari-hari dengan lebih baik.

Selain SIMOD efektif, SIMOD juga sudah terbukti valid. SIMOD dapat dikatakan valid dapat dibuktikan dengan sebuah pengujian, pengujian tersebut melibatkan 3 kepala keluarga dan 7 orang anggota keluarga. Masing-masing kepala keluarga serta anggota keluarga tersebut menggunakan alat elektronik rumah yang dihubungkan dengan alat SIMOD sebanyak 50 kali lalu kemudian peneliti membandingkannya dengan alat konvensional. Sehingga total untuk pengujian sensor yaitu 500 kali pengujian, dari seluruh pengujian diperoleh hasil bahwa rata-rata perbedaan arus sebesar 0,005538 A, dan rata-rata perbedaan tegangan sebesar 2,8566 V. Berdasarkan perhitungan yang sudah dilakukan diperoleh hasil margin error sebesar 4,38% dan berdasarkan hasil perhitungan tersebut maka dapat dikatakan bahwa hasil pengujian yaitu valid.

4. SIMPULAN DAN SARAN

Pengujian SIMOD: Sistem Monitoring Dashboard Konsumsi Daya Berbasis Internet of Things mendapat respon yang sangat baik. Jenis pengujian yang dilakukan adalah pengujian black box, pengujian white box, pengujian efektivitas, dan pengujian validitas. Hasil dari pengujian tersebut didapatkan hasil pengujian black box dan white box sudah berhasil, pengujian efektivitas sebesar 100% dengan kategori sangat efektif kemudian untuk pengujian validitas didapat margin of error sebesar 4,38% semua pengujian validitas yang dilakukan berhasil mendapatkan nilai dibawah 4,38% dan bisa dikatakan bahwa hasil pengujian valid.

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, pada pengembangan SIMOD: Sistem Monitoring Dashboard Konsumsi Daya Peralatan Listrik Rumah Berbasis Internet Of Things diperlukan beberapa penambahan sehingga nantinya dapat memperoleh hasil monitoring yang maksimal. Berikut beberapa saran yang dapat menjadi acuan untuk dikembangkan, yaitu sebaiknya dipengembangan selanjutnya dibuatkan fitur manajemen user, membuat main controller agar pengiriman data lebih baik, menggunakan module yang lebih baik dari NodeMCU contohnya module BLE yang membutuhkan daya lebih rendah, memperbaiki fitur waktu penggunaan sistem agar lebih fleksibel, menambahkan variasi pada notifikasi dan membuat cover pada SIMOD agar lebih rapi dan nyaman.

Daftar Pustaka

- Ardiansyah, A. (n.d.). *Monitoring Daya Listrik Berbasis IoT (Internet of Things)*.
 Azman, N. (n.d.). *INTERNET OF THINGS DAN KOMPUTASI EDGE TAMPUNIAK MUSTIKA EDUKARYA JAKARTA 2020*.
 Dr. Setiawardhana, S. T., M. T. (2021). *14 JAM BELAJAR CEPAT INTERNET OF THINGS(IOT)*.

- Erbschloe, M. (n.d.). *The Internet of Things Activities in the U.S. Government Compiled and Edited by 3 AUDIOBOOK COLLECTIONS 6 BOOK COLLECTIONS*.
- Febriantika Rahayu, C. (n.d.). *RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING DAYA LISTRIK BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) MENGGUNAKAN ARDUINO UNO*.
- Hudan, I. S., & Rijianto, T. (n.d.). *Rancang Bangun Sistem Monitoring Daya Listrik Pada Kamar Kos Berbasis Internet of Things RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING DAYA LISTRIK PADA KAMAR KOS BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)*. <https://www.sparkfun.com/datasheets>
- Isnaeni, A. (2018). *RANCANG BANGUN SMARTHOME MENGGUNAKAN CHAT BOT TELEGRAM BERBASIS ARDUINO*. 13–13.
- Krogh, E. (n.d.). *An Introduction to the Internet of Things*. bookboon.com.
- Lianda, J., Handarly, D., & Adam, A. (2019). Sistem Monitoring Konsumsi Daya Listrik Jarak Jauh Berbasis Internet of Things. *JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa)*, 4(1), 79. <https://doi.org/10.31544/jtera.v4.i1.2019.79-84>
- Mantik, H. (n.d.). *Model Pengembangan Dashboard Untuk Monitoring dan Sebagai Alat Bantu Pengambilan Keputusan (Studi Kasus PT MTI dan PT JPN)*.
- Nur Habibi et al., F. (2017). *Alat Monitoring Pemakaian Energi Listrik Berbasis Android Menggunakan Modul PZEM-004T*. 157–162.
- Pangestu, A., Ziky Iftikhor, A., Bakri, M., & Alfarizi, M. (2020). SISTEM RUMAH CERDAS BERBASIS IOT DENGAN MIKROKONTROLER NODEMCU DAN APLIKASI TELEGRAM. In *JTIKOM* (Vol. 1, Issue 1).
- Pela, M. F., & Pramudita, R. (2021). SISTEM MONITORING PENGGUNAAN DAYA LISTRIK BERBASIS INTERNET OF THINGS PADA RUMAH DENGAN MENGGUNAKAN APLIKASI BLYNK. *Infotech: Journal of Technology Information*, 7(1), 47–54. <https://doi.org/10.37365/jti.v7i1.106>
- Puspawardani, Abi Prionggo, & erena. (n.d.). *AYO HEMAT LISTRIK DAN DUKUNG ENERGI TERBARUKAN*.
- Radhitya, I. M. S., Hadi, S., & Bachtiar, A. (2021). Monitoring Konsumsi Listrik Rumah Tangga Berbasis Internet of Things Terintegrasi dengan Virtual Private Server. *Jurnal Bumigora Information Technology (BITE)*, 3(1), 28–37. <https://doi.org/10.30812/bite.v3i1.1326>
- Widodo, W., Ruswiensari, M., Qomar, A., Teknologi Adhi Tama Surabaya, I., & Elektronika Negeri Surabaya, P. (n.d.). *Monitoring Pemakaian Daya Listrik Secara Realtime Berbasis Internet Of Things*.