

Stopkontak Pintar Berbasis *Internet of things* Sebagai Solusi Manajemen Energi Listrik Dengan Menggunakan Aplikasi Android

Yandhika Surya Akbar Gumilang ^{a,1,*}, Mokh Sholihul Hadi ^{b,2}, Dyah Lestari ^{b,3}

^a Universitas Merdeka Malang, Jalan Terusan Dieng no 62-64, Malang, Indonesia.

^b Universitas Negeri Malang, Jalan Semarang no 5, Malang, Indonesia.

¹ yandhika.gumilang@unmer.ac.id; ² mokh.sholihul.ft@um.ac.id; ³ dyah.lestari.ft@um.ac.id

* penulis Koresponden

INFO ARTIKEL

Histori Artikel

15-08-2022

07-12-2022

29-12-2022

Kata Kunci

Internet of things

Stopkontak

Manajemen

Energi

Android

Energi Listrik

ABSTRAK

Membiarkan alat listrik terhubung dengan stopkontak saat tidak digunakan atau dalam keadaan *standby* menyumbang 80% pemborosan listrik. Menurut studi yang dilakukan Lawrence National Laboratory mengungkapkan bahwa saat pengisi daya ponsel yang masih terhubung dengan stop kontak saat tidak dipakai, masih ada daya yang dikeluarkan. Tujuan penelitian ini adalah membuat adalah stopkontak pintar berbasis *Internet of things* (IoT) untuk dapat melakukan penghematan energi listrik. Stopkontak pintar IoT yang dirancang terintegrasi dengan aplikasi *smartphone* berbasis Android. Stopkontak pintar IoT menggunakan sensor arus ACS-712 dan sensor tegangan ZMPT101B untuk mengukur energi listrik kemudian menggunakan mikrokontroler Arduino Nano dan NodeMCU ESP8266 agar stopkontak bisa berkomunikasi dengan cloud Google Firebase melalui Wi-Fi yang terhubung internet. Stopkontak pintar IoT terintegrasi dengan aplikasi *smartphone* Android yang dibuat melalui Android Studio. Stopkontak pintar IoT Pada penelitian ini memiliki 2 lubang *socket* dan memiliki fitur pairing Wi-Fi, pengukuran energi listrik, *data logging*, dan penjadwalan stopkontak (*timer*). Stopkontak pintar IoT memiliki rata-rata kesalahan pengukuran sebesar 3.27 % jika dibandingkan dengan alat ukur, serta terdapat *error* pada fitur *timer* stopkontak dengan selisih waktu 5 sampai 30 detik *delay*. Stopkontak pintar IoT masih dikatakan valid dan dapat berfungsi dengan baik.

Ini adalah artikel akses terbuka di bawah lisensi [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).



1. Pendahuluan

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan manusia yang penting dan tidak dapat dilepaskan dari kehidupan sehari-hari [1][2]. Hampir semua pekerjaan manusia membutuhkan energi listrik [2]. Di Indonesia, kebutuhan energi listrik semakin meningkat akibat dari pertumbuhan penduduk secara signifikan [3].

Meningkatnya jumlah penduduk di Indonesia sangat berpengaruh pada penggunaan energi listrik [4]. Peningkatan penggunaan energi listrik dapat dijadikan sebagai indikator meningkatnya kemakmuran suatu masyarakat. Namun jika penggunaan listrik yang sangat berlebihan juga dapat berdampak negatif. Sehingga perlu dilakukan penghematan energi listrik.

Pertumbuhan listrik tidak dapat dicegah namun masyarakat dapat membantu dengan melakukan manajemen listrik yang baik serta mengurangi pemborosan listrik. Sekitar 80% dari pemborosan listrik disebabkan oleh faktor manusia [5][6] salah satunya yaitu membiarkan alat listrik dalam keadaan standby atau dibiarkannya perangkat terhubung stopkontak hingga menimbulkan pemborosan listrik [7]. Sebagian besar orang pasti pernah meninggalkan pengisi daya handphone maupun laptop tetap tertancap padahal sudah tidak mengisi daya apapun. Beberapa orang terkadang lupa melepas peralatan listrik karena terburu-buru dan ada yang menjadikan kebiasaan karena alasan praktis. Tetapi saat pengisi daya masih terhubung pada stop kontak padahal sedang tidak mengisi daya, masih ada daya yang keluar sehingga terjadi pemborosan listrik [7], [8].

Saat alat listrik atau pengisi daya ponsel tersambung pada stopkontak, *adaptor* akan mengubah arus AC dari PLN menjadi arus DC, saat mengubah arus AC ke DC tidak semua arus AC menjadi DC tetapi sebagian menjadi energi panas. Itulah sebabnya saat mengisi daya maka adaptor pada pengisi daya akan terasa panas. Selama pengisi daya masih terhubung pada stopkontak maka adaptor akan tetap mengubah arus dan tetap menghasilkan panas walaupun tidak sebanyak saat pengisi daya masih digunakan untuk mengisi daya baterai, sehingga KWh terus berputar walaupun perangkat tidak digunakan [9]. Menurut studi yang dilakukan Lawrence National Laboratory mengungkapkan bahwa pengisi daya saat digunakan mengisi daya rata-rata memakan daya sebesar 3,68 watt sedangkan saat daya baterai sudah penuh namun adaptor masih terhubung pada stop kontak maka daya yang digunakan turun menjadi 2,24 watt. Saat pengisi daya masih terhubung dengan stop kontak saat tidak dipakai, daya menjadi 0,26 watt [10]. Walaupun daya keluaran kecil, apabila banyak orang membiarkan pengisi daya tetap terhubung pada stop kontak saat tidak digunakan dalam jangka waktu lama maka akan membuang banyak energi listrik. Bahkan jika dibiarkan pengisi daya terpasang saat daya ponsel penuh juga masih akan membuang daya bahkan lebih besar dari pada membiarkan pengisi daya terhubung pada stop kontak saat tidak digunakan.

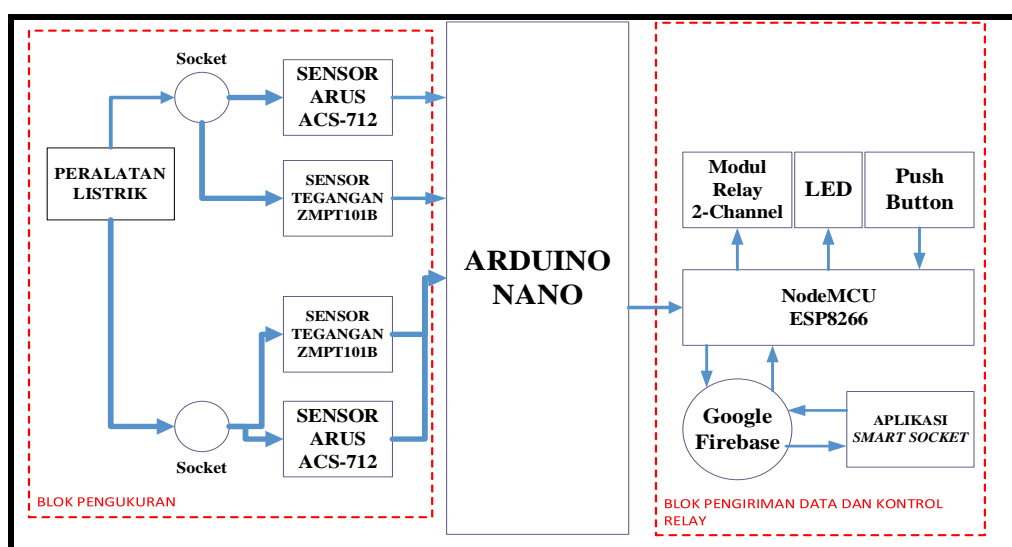
Teknologi *Internet of things* (IoT) merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus. IoT dapat menggabungkan antara benda-benda fisik dan virtual melalui eksploitasi data capture dan kemampuan berkomunikasi [11]. Sederhananya dengan IoT benda-benda fisik di dunia nyata dapat berkomunikasi satu dengan yang lain dengan menggunakan bantuan jaringan dan internet. Selain untuk berkomunikasi antar obyek dunia nyata, IoT juga bisa digunakan untuk hal lain seperti pengambilan data dari suatu tempat dengan menggunakan sensor dan juga akses jarak jauh untuk mengendalikan benda lain di suatu tempat. Kemampuan akses dari IoT bisa saja tidak terbatas berkat perangkat IoT yang selalu tersambung ke internet. Sehingga dapat diakses dan digunakan kapan saja dan juga di mana saja asalkan terhubung dengan koneksi internet [12].

Komponen yang digunakan dalam stopkontak pintar IoT antara lain: sensor arus ACS-712 dan sensor tegangan ZMPT101B untuk mengukur energi listrik, mikrokontroler Arduino Nano dan NodeMCU ESP8266 bekerja sebagai pengendali dan juga mengirim data ke cloud Google Firebase, modul *relay* digunakan untuk menyalakan dan mematikan stopkontak. Aplikasi Android dibuat menggunakan Android Studio dan Google Firebase sebagai pihak ketiga untuk mengontrol stopkontak.

2. Metode penelitian

2.1 Blok Diagram alat

Sensor arus ACS-712 dan sensor tegangan ZMPT101B mengukur arus, tegangan dan daya pada beban peralatan listrik. Data yang sudah didapat sensor arus ACS-712 dan sensor tegangan ZMPT101B dikirim ke NodeMCU ESP8266. Kemudian NodeMCU ESP8266 yang sudah terhubung dengan Wi-Fi yang terkoneksi dengan internet mengirim data ke Firebase. Aplikasi pada *smartphone* mengambil data dari Firebase untuk menampilkan data arus, tegangan, dan waktu.

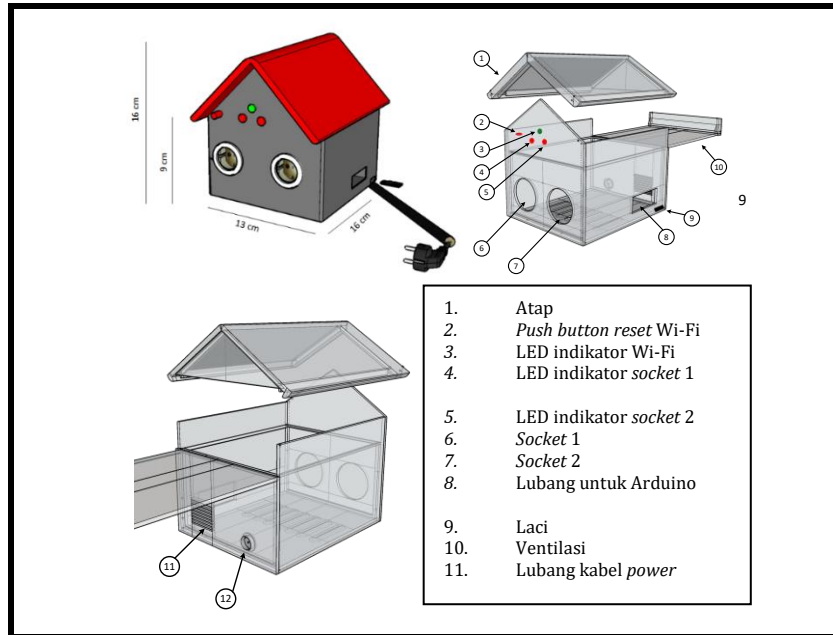


Gambar 1. Blok Diagram Stopkontak Pintar IoT

Aplikasi juga mengirim data ke Firebase untuk menyalakan *socket*, dan *timer* yang keduanya berhubungan dengan modul *relay* 2-channel. Selama ada sambungan internet maka *relay* dapat dikontrol jarak jauh melalui *smartphone*. Satuan keluaran dari alat ini berupa arus (A), tegangan (V), daya (VA), dan energi (VAh). Pada perangkat *smartphone*, dimana telah terinstal aplikasi Android stopkontak pintar IoT untuk interface dengan perangkat keras pemantau energi listrik yang telah dibuat dengan menggunakan Android Studio.

2.2 Model Alat

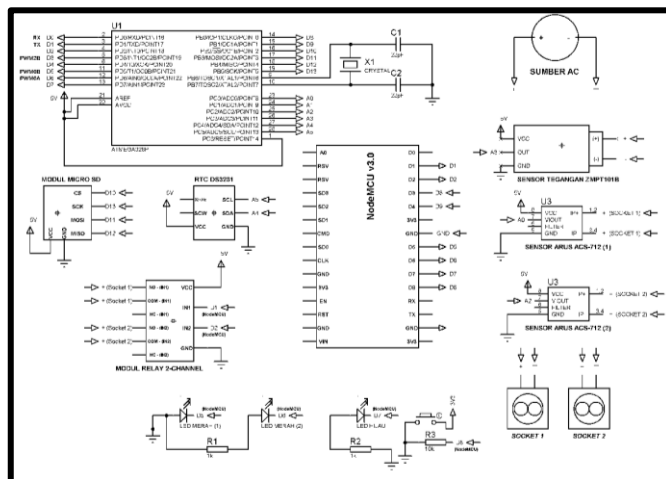
Stopkontak pintar IoT dibentuk balok agar mudah diletakkan pada bidang datar seperti lantai maupun meja. Stopkontak pintar IoT dibuat sederhana dan sekecil mungkin agar tidak memakan *space* banyak didalam ruangan. Terdapat steker sebagai sumber daya dari stopkontak pintar IoT. Model alat stopkontak pintar IoT ditampilkan pada gambar 2.



Gambar 2. Model Alat Stopkontak Pintar IoT

Stopkontak pintar IoT memiliki panjang 16 cm, lebar 13 cm dan tinggi 16 cm. Dibentuk seperti rumah agar terlihat menarik dan beda dengan stopkontak lain yang beredar dipasaran. Diameter lubang stopkontak sebesar 3,5 cm. Stopkontak pintar IoT memiliki 2 socket, yang masing-masing stopkontak bisa kontrol dimatikan dan dinyalakan melalui *smartphone*. Masing-masing socket mengambil data pengukurannya. Pada bagian depan terdapat *push button* untuk mereset Wi-Fi, LED indikator socket 1 dan 2 serta socket 1 dan socket 2. Dibagian atas berbentuk atap yang dapat dibongkar pasang. Pada bagian kiri terdapat lubang untuk Arduino. Pada bagian belakang terdapat laci yang dapat dibongkar pasang, kegunaan laci agar kabel *management* bisa diletakkan dibagian atas laci. Bagian belakang terdapat juga lubang untuk kabel *power* dan ventilasi. Lubang untuk kabel *power* ini digunakan untuk keluarnya kabel *power* yang telah dirangkai didalam perangkat. Ventilasi digunakan untuk agar udara dapat keluar masuk jadi panas tidak tertahan pada perangkat.

2.3 Rangkaian Alat



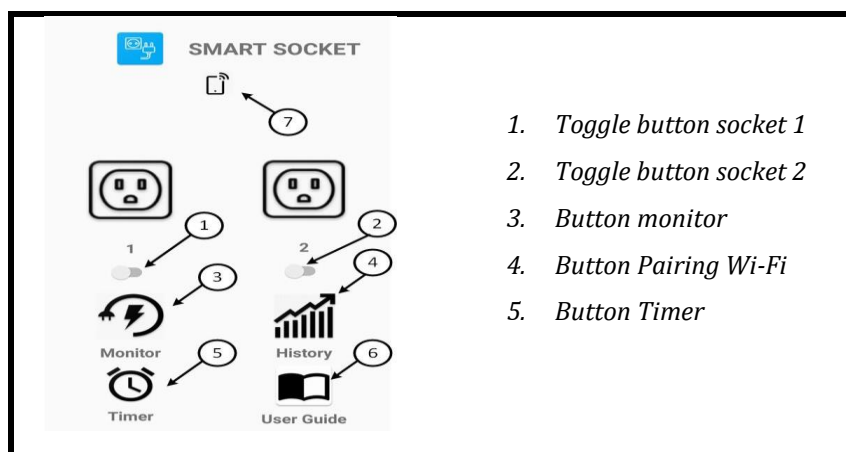
Gambar 3. Rangkaian Alat

Stopkontak pintar IoT memiliki 2 mikrokontroler yang masing-masing memiliki fungsi yang berbeda. Fungsi Arduino Nano adalah untuk mengambil data dari sensor arus ACS-712, sensor tegangan ZMPT101B. Data yang sudah didapat Arduino Nano dikirimkan ke NodeMCU ESP8266. Fungsi NodeMCU ESP8266 adalah untuk mengirimkan data yang sudah dikirim oleh Arduino Nano ke Firebase dan kontrol *relay*. Hubungan pin-pin dan port I/O setiap perangkat dalam rangkaian stopkontak pintar IoT terdapat pada gambar 3.

2.4 Flowchart Sistem

Selain perancangan perangkat keras, stopkontak IoT ini juga terkoneksi dengan *smartphone* android. Perangkat lunak juga penting sebagai interface untuk pengguna stopkontak IoT. Perangkat lunak android yang dibuat dengan Android Studio. Berikut ini adalah diagram alur (*flowchart*) cara kerja stopkontak IoT. Sistem stopkontak IoT dimulai dari sensor arus ACS-712 dan sensor tegangan ZMPT101B mengambil data. Setelah itu data dikirim ke NodeMCU ESP8266 melalui software serial. Jika NodeMCU ESP8266 sudah terkoneksi internet maka NodeMCU ESP8266 mengirim data ke Firebase. Jika NodeMCU ESP8266 tidak terhubung internet maka data tidak akan terkirim. *Smartphone* akan mengambil data dari Firebase untuk fitur monitor. Fitur menyalakan socket dan timer aplikasi yang mengirim data ke Firebase, kemudian diterima NodeMCU ESP8266 untuk menyalakan modul relay. Sistem akan mengulang (*looping*) secara terus menerus sampai catu daya pada stopkontak IoT dimatikan maka sistem akan berhenti. *Flowchart* sistem secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 6. (pada akhir halaman).

2.5 Aplikasi Android



Gambar 4. Layout Aplikasi Android

Aplikasi android stopkontak pintar IoT dibuat dengan Android Studio dan Google Firebase sebagai cloud. Layout utama dari aplikasi terdiri dari nama aplikasi "*Smart Socket*", *button* pairing Wi-Fi, *toggle button* indikator socket 1 & 2, *button monitor*, *button history* dan *button timer*. *Toggle button* adalah *button* (tombol) yang selalu berada dalam salah satu dari dua kondisi. Setiap *toggle button* ditekan akan merubah dari kondisi satu ke kondisi lainnya, dalam hal ini 2 kondisi yaitu nyala hijau

(ON) dan mati (OFF). Tombol monitor akan menampilkan hasil pengukuran secara real time. Tombol *timer* untuk menjadwalkan nyala dan mati *socket*.

3. Hasil dan Analisis

3.1 Pengujian Wi-Fi

Pengujian dilakukan dengan menghubungkan perangkat stopkontak pintar IoT dengan Wi-Fi dan Google Firebase dan mengetahui pengaruh jarak perangkat ke hotspot Wi-Fi terhadap penerimaan dan pengiriman data. Berikut ini merupakan tabel 1 menunjukkan hasil dari pengujian jarak Wi-Fi.

Tabel 1. Hasil Pengujian Perangkat terhadap Wi-Fi

No.	Jarak Perangkat ke Hotspot Wi-Fi (Meter)	Status	Keterangan
1.	0-9	Terhubung	Penerimaan dan Pengiriman data baik tanpa <i>delay</i>
2.	9-12	Terhubung	Penerimaan dan Pengiriman data terjadi <i>delay</i> 5 detik
3.	12-15	Terhubung	Penerimaan dan Pengiriman data terjadi <i>delay</i> 10 detik
4.	15 - 22	Terhubung	Penerimaan dan Pengiriman data terhenti.
5.	22	Tidak Terhubung	Penerimaan dan Pengiriman data terhenti.

Dari hasil pengujian menunjukkan perangkat akan maksimal melakukan pengiriman dan penerimaan data di jarak 0 sampai 9 meter tanpa *delay*. Mulai terjadi *delay* saat jarak diatas 9 meter, dan terhenti di jarak 15 meter.

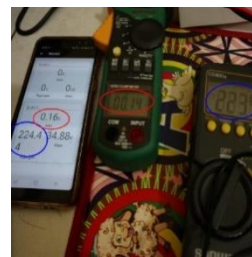
3.2 Pengujian Pengukuran

Pengujian pengukuran bertujuan untuk mengetahui tingkat akurasi pembacaan nilai arus, tegangan dan daya dengan cara membandingkan dengan alat ukur tang ampere, dan *multimeter*.









Tabel 2. Hasil Pengujian Pengukuran

No.	Alat Listrik	Hasil Pengukuran					
		Socket 1			Socket 2		

1 Solder



Aplikasi	Alat Ukur	Error (Selisih)	Error (%)	Aplikasi	Alat Ukur	Error (Selisih)	Error (%)
0.13 A	0.13A	0 A	0	0.16 A	0.14 A	0.02 A	14.2
220.0V	223.9V	3.9 V	1.7	224.4 V	223.9 V	0.5 V	0.22

No.	Alat Listrik	Hasil Pengukuran							
		Socket 1			Socket 2				
2	Dispenser								
		Aplikasi	Alat Ukur	Error (Selisih)	Error (%)	Aplikasi	Alat Ukur	Error (Selisih)	Error (%)
		2.08 A	2.11 A	0.03 A	1.4	2.14 A	2.12 A	0.02 A	0.9
		215.0 V	216.0 V	1 V	0.4	211.1 V	214.8V	3.7 V	1.72
3	Setrika								
		Aplikasi	Alat Ukur	Error (Selisih)	Error (%)	Aplikasi	Alat Ukur	Error (Selisih)	Error (%)
		1.35 A	1.38 A	0.03 A	2.1	1.4 A	1.39 A	0.01 A	0.7
		213.3 V	217.8 V	4.5 V	2.0	213.3 V	214.8 V	1.5 V	0.69
4	Penanak Nasi								
		Aplikasi	Alat Ukur	Error (Selisih)	Error (%)	Aplikasi	Alat Ukur	Error (Selisih)	Error (%)
		0.21 A	0.18 A	0.03 A	16.6	0.21 A	0.19 A	0.02 A	10.5
		220.0 V	224.2 V	4.2 V	1.87	220.0 V	224.2 V	4.2 V	1.87
5	Penanak Nasi (Mode Memasak)								
		Aplikasi	Alat Ukur	Error (Selisih)	Error (%)	Aplikasi	Alat Ukur	Error (Selisih)	Error (%)
		1.59 A	1.58 A	0.01 A	0.63	1.59 A	1.58 A	0.01 A	0.63
		215.5 V	214.3 V	1.2 V	0.56	215.5 V	213.7 V	1.8 V	0.83

No.	Alat Listrik	Hasil Pengukuran							
		Socket 1			Socket 2				
		Aplikasi	Alat Ukur	Error (Selisih)	Error (%)	Aplikasi	Alat Ukur	Error (Selisih)	Error (%)
		1.59 A	1.58 A	0.01 A	0.6	1.59 A	1.58 A	0.01 A	0.6
		215.56 V	224.2 V	8.64 V	3.85	215.56 V	224.2 V	8.64 V	3.85
		Rata – Rata Error		0.02 A	4.14			0.016 A	5.38
				4.448 V	1.9			3.7 V	1.67

Pengujian pengukuran yang dilakukan berupa pengukuran arus, tegangan dan daya. Pengujian arus dilakukan dengan memberi beban peralatan listrik pada *socket* kemudian arus dibandingkan antara arus yang tertera pada *smartphone* dan tang ampere. Pengujian tegangan dilakukan dengan mengukur pada *Multimeter* kemudian dibandingkan dengan pengukuran yang tertera pada *smartphone*. Daya yang keluar pada aplikasi merupakan perkalian antar arus dan tegangan.

Pada pengujian pengukuran pada *socket 1* dan *socket 2* yang tertera di aplikasi Stopkontak pintar IoT sudah mendekati dengan nilai pada tang ampere dan *multimeter* seperti yang sudah tertera pada tabel 2. Ditunjukkan pada tabel 2 *error* (selisih) dari *socket 1* sebesar 0.02A dan 4.448 V, sedangkan *error* (%) sebesar 4.14 % dan 1.9 %. *error* (selisih) dari *socket 2* sebesar 0.016A dan 3.7 V, sedangkan *error* (%) sebesar 5.38 % dan 1.67 %. Untuk mencari *error* (selisih), *error* (%) dan rata-rata *error* menggunakan rumus berikut:

$$\text{Error (Selisih)} = |\text{Nilai aplikasi} - \text{Nilai alat ukur}|$$

$$\text{Error (\%)} = \left| \frac{\text{Nilai Aplikasi} - \text{Nilai alat ukur}}{\text{Nilai alat ukur}} \right| \times 100 \%$$

$$\text{Rata – rata error} = \frac{\text{Error 1} + \text{Error 2} + \text{Error 3} + \text{Error 4} + \text{Error 5}}{5}$$

Dari Tabel 2 rata-rata *error* masih dibawah 10% , hal itu menyatakan bahwa perangkat stopkontak pintar IoT mengukur data yang masih *valid*. Dari 5 peralatan listrik yang diuji dari *socket 1* dan *socket 2* yang memiliki persamaan arus hanya pada peralatan listrik penanak nasi dan penanak nasi dalam mode memasak. Pengukuran arus pada *socket 1* dan *socket 2* berbeda karena kepekaan antar masing-masing sensor arus ACS-712 memiliki perbedaan, Nilai tidak bisa sama persis namun sudah mendekati dengan alat ukur tang ampere.

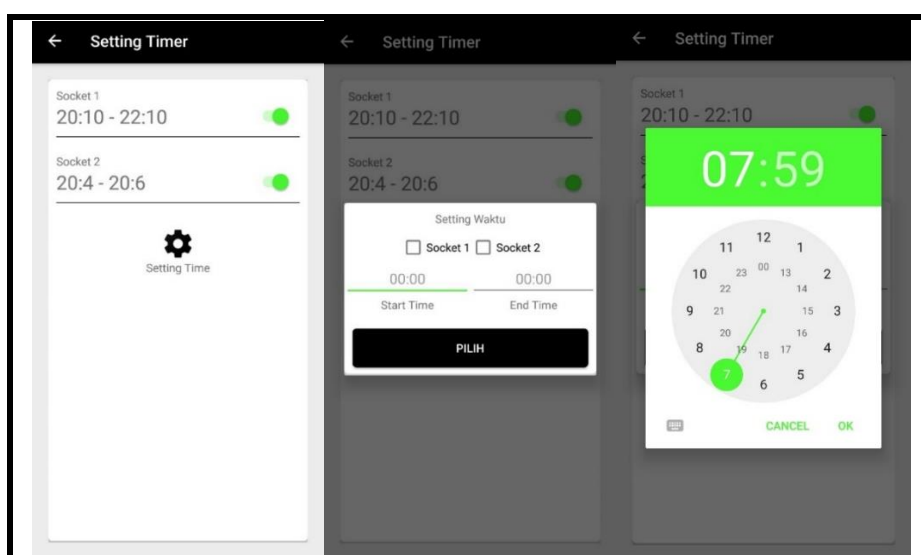
3.3 Pengujian Timer

Pengujian dilakukan untuk melihat respon *timer* pada aplikasi android dan perangkat stopkontak pintar IoT. Pengujian dilakukan dengan mengatur *timer* pada rentang waktu tertentu kemudian amati respon perangkat pada waktu yang telah diatur. Tabel 3 menunjukkan hasil respon *timer*.

Tabel 3. Hasil Pengujian Timer

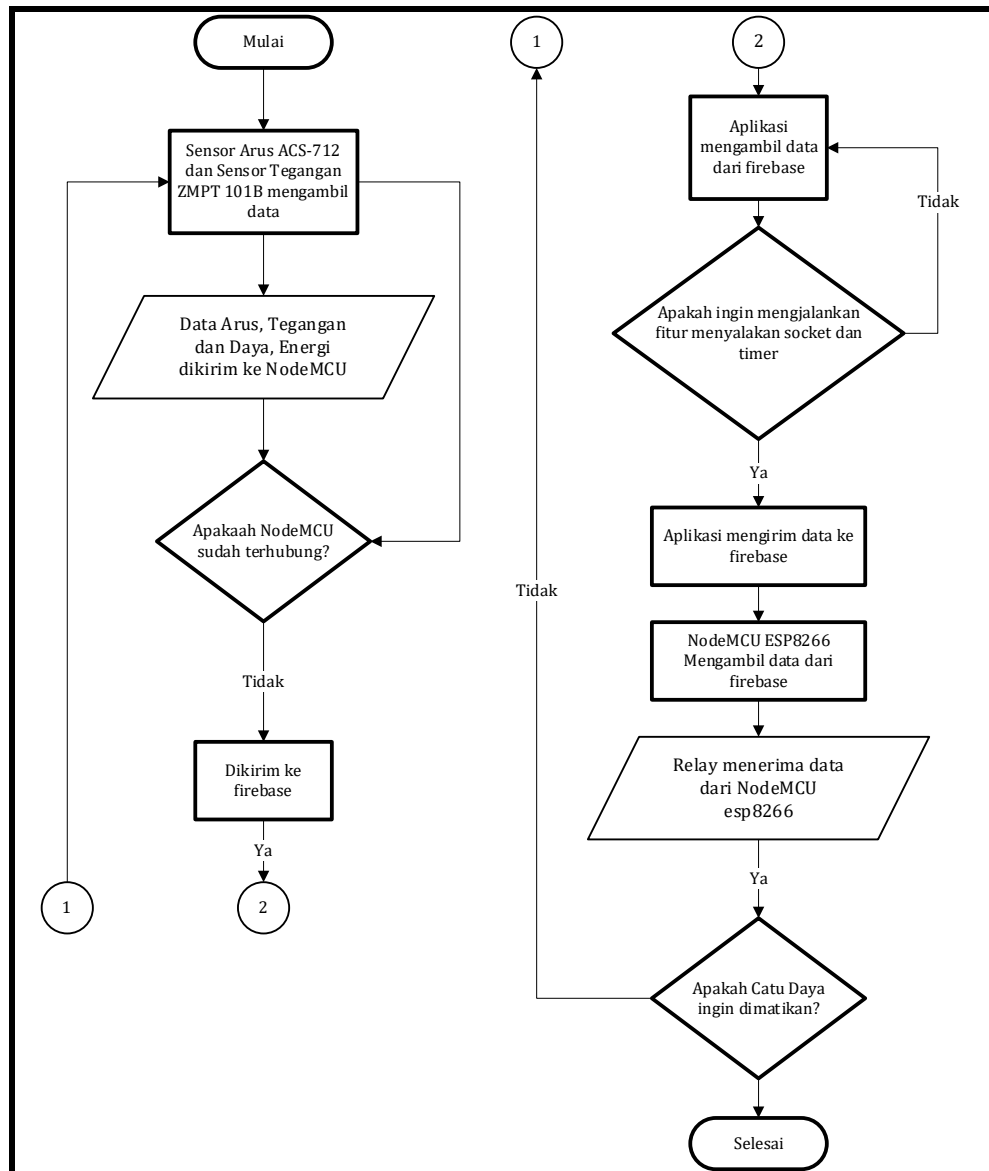
No	Rentang Waktu	Aplikasi		Perangkat		Keterangan
		Mulai	Akhir	Mulai	Akhir	
1.	2 Menit	19:19	19:21	19:19	19:21	Sesuai

No	Rentang Waktu	Aplikasi		Perangkat		Keterangan
		Mulai	Akhir	Mulai	Akhir	
2.	5 menit	11:35	11:40	11:35	11:40	Sesuai
3.	10 menit	11:45	11:55	11:45	11:55	Sesuai
4.	15 menit	15:20	15:35	15:20	15:35	Sesuai
5.	20 menit	18:02	18:22	18:02	18:22	Sesuai
6.	30 menit	18:05	18:35	18:05	18:35	Sesuai
7.	40 menit	18:25	19:05	18:25	19:05	Lebih lambat 30 detik waktu Akhir
8.	50 menit	18:27	19:17	18:27	19:17	Lebih lambat 30 detik waktu mulai
9.	1 jam	12:30	13:30	12:30	13:30	Sesuai
10.	2 jam	20:00	22:00	20:00	22:00	Lebih lambat 5 detik waktu akhir



Gambar 5. Interface Timer

Pada pengujian respon *timer*, respon *timer* sudah sesuai namun hanya terdapat kesalahan pada tiga respon *timer*, yaitu pengujian rentang waktu 30 menit, 40 menit dan 2 jam. nilai mulai dan akhir tidak ditunjukkan sampai ke orde detik, namun pada kolom keterangan terdapat penjelasan kesalahan lebih lambat beberapa detik dari waktu yang telah disetting. Kesalahan tersebut terjadi pada program aplikasi android. Padahal sudah diprogram sesuai semestinya, namun dalam pengujian real masih terdapat kesalahan. Kesalahan waktu lebih lambat terjadi karena ada proses pengiriman dari aplikasi android ke Firebase yang kemudian diterima oleh perangkat, dalam proses tersebut terdapat *delay* pengiriman. Namun kesalahan hanya 30 detik dan 5 detik. Dari 10 pengujian terdapat kesalahan pada 3 pengujian dan 7 pengujian sudah sesuai, tingkat keberhasilan *timer* adalah 70 % dengan tingkat keberhasilan tersebut, *timer* masih bisa digunakan sesuai semestinya. Berikut ini gambar tampilan interface *timer* pada aplikasi android.



Gambar 6. Flowchart Sistem

4. Kesimpulan

Stopkontak pintar IoT sudah baik dalam melakukan pengukuran arus dan tegangan. Pengukuran arus dilakukan dengan kalibrasi antara sensor arus ACS-712 dengan tang ampere. Pengukuran tegangan dilakukan dengan kalibrasi antara sensor tegangan ZMPT101B dengan *multimeter*. Rata-rata presentase *error* (selisih) dari *socket* 1 sebesar 0.02A dan 4.448 V, sedangkan *error* (%) sebesar 4.14 % dan 1.9 %. *error* (selisih) dari *socket* 2 sebesar 0.016A dan 3.7 V, sedangkan *error* (%) sebesar 5.38 % dan 1.67 %, besaran *error* (%) terlihat besar karena *error* (selisih) bernilai sangat kecil. Jika dirata-rata semua kesalahan yang didapat oleh alat stopkontak pintar IoT yaitu sebesar 3,7%. Oleh karena itu, stopkontak pintar berbasis IoT dan Aplikasi Android masih dapat dikatakan *valid* dalam pengukuran. Namun stopkontak pintar IoT masih perlu perbaikan di segi *timer* yang masih terdapat kesalahan.

Referensi

- [1] A. R. Sihombing, "Penghematan Energi untuk Lampu dan Pendingin Ruangan (AC) Menggunakan Mikrokontroler Arduino dan Metode Decision Tree," 2019.
- [2] M. Manoa, M. Rumbayan, and H. Tumaliang, "Audit Energi dan Redesign Instalasi Listrik di TVRI Sulut," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 8, no. 2, pp. 59–66, 2019.
- [3] T. B. Basyiran, "Konsumsi Energi Listrik, Pertumbuhan Ekonomi dan Penduduk terhadap Emisi Gas Rumah Kaca Pembangkit Listrik di Indonesia," *Skripsi Sarjana Fakultas Ekonomi, Universitas Syiah Kuala*, 2014.
- [4] R. R. al Hakim, "Model energi Indonesia, tinjauan potensi energi terbarukan untuk ketahanan energi di Indonesia: Sebuah ulasan," *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 1, no. 1, 2020.
- [5] M. Kurdi, "Hemat energi listrik: studi kasus di badan diklat provinsi Banten," *Jurnal Lingkaran Widyaiswara*, vol. 3, pp. 47–52, 2016.
- [6] R. I. Kesuma, M. Y. Darmawan, and H. B. Firmansyah, "Sistem Peringatan Dini untuk Pemborosan Penggunaan Listrik pada Masyarakat Provinsi Lampung dengan Menggunakan Model Analisis Regresi Linier dan SMS Gateway," *Electrician*, vol. 13, no. 1, pp. 13–18, 2019.
- [7] H. Herpendi, A. Noor, and R. Sayyidati, "Pengembangan Asisten TV Berbasis Internet of Things (IoT) untuk Efisiensi Penggunaan Energi Listrik," *Jurnal Eksplora Informatika*, vol. 9, no. 2, pp. 96–104, 2020.
- [8] R. J. Setiawan, A. W. Atmoko, and I. Fauzi, "IoT-Based Electric Vampire Remover to Overcome Electric Vampire On Electronic Equipment," *JTECS: Jurnal Sistem Telekomunikasi Elektronika Sistem Kontrol Power Sistem dan Komputer*, vol. 1, no. 2, pp. 115–124, 2021.
- [9] "Percaya atau Tidak, Hal Sepele Ini Bisa Bikin Tagihan Listrik Anda Berkurang." <https://finance.detik.com/energi/d-2895636/percaya-atau-tidak-hal-sepele-ini-bisa-bikin-tagihan-listrik-anda-berkurang> (accessed Sep. 05, 2022).
- [10] A. Prastiantari and F. Hermin, "SKOPIN (STOP KONTAK PINTAR) PENGENDALI ARUS LISTRIK MENGGUNAKAN TIMER PADA STOP KONTAK BERBASIS ARDUINO," *J-KOMA: Jurnal Ilmu Komputer dan Aplikasi*, vol. 1, no. 1, 2017.
- [11] Y. Yudhanto and A. Azis, *Pengantar Teknologi Internet of Things (IoT)*. UNSPress, 2019.
- [12] N. Amaro, "Sistem monitoring besaran listrik dengan teknologi IoT (Internet of Things)," *Fakultas Teknik Universitas Lampung. Bandar Lampung*, 2017.

