

SISTEM KENDALI DAN MONITOR PENGGUNAAN DAYA LISTRIK PADA PERANGKAT LISTRIK RUMAH BERBASIS IOT

ELECTRICAL POWER CONTROL AND MONITORING IN HOUSE ELECTRICAL

Rio Fernando¹, Ignatius Prasetya Dwi Wibawa², Cahyantari Ekaputri³

^{1,2,3} Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹riofernando@students.telkomuniversity.ac.id, ²prasdwiwawa@telkomuniversity.ac.id,
³cahyantarie@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Internet of Things adalah salah satu prinsip teknologi yang digunakan untuk mengendalikan perangkat melalui jaringan internet. Internet of Things telah banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari untuk memudahkan pengguna dalam mengendalikan perangkat dengan jarak yang jauh. Salah satu contoh pengembangan Internet of Things ini adalah pengontrolan perangkat listrik melalui aplikasi *smartphone* dalam rumah. Aplikasi *smartphone* ini akan menampilkan penggunaan daya listrik pada peralatan listrik rumah yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari.

Pengendalian aplikasi ini dilakukan dengan pengiriman data antara perangkat yang dikendalikan dan aplikasi *smartphone* melalui jaringan internet. Aplikasi tersebut akan menampilkan penggunaan tegangan, arus, daya, serta faktor daya yang digunakan oleh perangkat. Proses ini didukung oleh komponen *nodeMCU* berfungsi sebagai pengendali untuk menghidupkan atau mematikan peralatan listrik serta melakukan pengiriman data daya yang diperoleh dari sensor arus ACS712 dan sensor tegangan ZMPT101B menuju *database server*. Data yang tersimpan tersebut ditampilkan melalui *smartphone* pengguna

Dari 30 kali pengujian untuk membandingkan hasil baca daya dari sensor dengan alat ukur yang sudah ada. Sistem ini memiliki tingkat error yang rendah yaitu sebesar 3,13% pada saklar 1 dan 3,41% pada saklar 2. Pengukuran ini juga memiliki tingkat presisi yang cukup tinggi untuk sensor tegangan sebesar 1,97% dan 1,41% serta untuk sensor arus sebesar 0,03%

Kata Kunci : *Internet of Things, Android, NodeMCU, Sistem kendali dan monitor peralatan listrik*

Abstract

The Internet of Things is one of the technological principles used to control devices via the internet network. Internet of Things has been widely used in everyday life to make it easier for users to control the device over long distances. One example of developing the Internet of Things is controlling electrical devices through a smartphone application in a home. This smartphone application will display the use of electrical power in home electrical appliances that has been used in daily activity.

Control of this application is done by sending data between the controlled devices and smartphone applications through the internet network. The application will display the use of voltage, current, power, and power factors used by the device. This process is supported by the component nodeMCU which functions as a controller to turn on or to turn off the electrical equipment as well as transmit power data obtained from the ACS712 current sensor and ZMPT101B voltage sensor to the database server. The stored data is displayed through the user's smartphone.

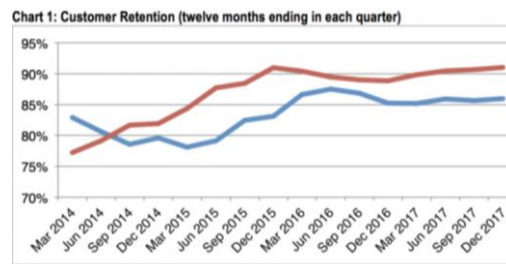
From 30 times testing to compare the results of reading power from the sensor with an existing measuring instrument. This system has a low error rate of 3.13% on switch 1 and 3.41% on switch 2. This measurement also has a high level of precision for voltage sensors of 1.97% and 1.41% and for sensors current of 0.03%

Keywords : *Internet of Things, Android, Nodemcu, House Electrical Appliances Controlling and Monitoring System*

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi saat ini berkembang dengan pesat dan mempermudah masyarakat dalam melakukan berbagai kegiatan. Banyak kegiatan masyarakat yang mulai dilakukan menggunakan *smartphone*, seperti berbelanja, transaksi bank, belajar, dan masih banyak lagi. Berdasarkan informasi yang didapat dari

teknologi Kompas, smartphone yang paling banyak digunakan sampai akhir tahun 2017 adalah smartphone berbasis Android [1].



Gambar 1. Grafik Perbandingan Platform pada Smartphone (Merah-Android dan Biru-Apple)

Mayoritas teknologi menggunakan listrik sebagai tenaga utama. Hal ini menyebabkan tingkat konsumsi listrik yang semakin banyak dan menyebabkan tagihan listrik dalam jumlah yang tinggi. Sesuai berita pada Kompas pada tahun 2016 [5] dan pada tahun 2018[6] masyarakat Indonesia banyak melakukan pemborosan listrik. Padahal dalam kenyataannya, tidak seluruh teknologi digunakan secara terus menerus dan penggunaan listrik dapat dihemat dengan mematikan peralatan listrik yang tidak digunakan. Namun seringkali orang lupa, sehingga konsumsi listrik menjadi tinggi.

Untuk mengatasi hal tersebut, dilakukan sebuah penelitian dengan membuat sebuah sistem kendali yang berfungsi untuk menghidupkan dan mematikan peralatan listrik melalui aplikasi smartphone. Sistem kendali ini menggunakan prinsip IoT (Internet Of Things) dimana semua perangkat yang dihidupkan atau dimatikan dengan aplikasi terhubung dengan internet. Kelebihan IoT dibandingkan dengan pengontrolan menggunakan prinsip Bluetooth ataupun WiFi adalah penggunaan yang mudah dan cepat serta pengaturan perangkat yang dapat diatur dengan jarak yang jauh [2].

Sistem kontrol yang sedang dirancang banyak peneliti sekarang adalah sistem dengan menggunakan PLC [3] [4], yakni salah satu sistem kendali yang dapat mengatur banyak komponen sekaligus. Namun penggunaan PLC untuk sistem kendali rumah sangat mahal. Oleh karena itu, alternatif yang dianjurkan adalah penggunaan mikrokontroler. Penulis memilih menggunakan mikrokontroler dikarenakan perangkat yang akan dikendalikan tidak banyak dan proses pengiriman data antara perangkat yang dikendalikan dengan kontroler tidak berbeda dengan PLC. Selain itu dengan prinsip IoT dengan menggunakan aplikasi *smartphone*, penulis berharap pengguna dapat mengendalikan perangkat listrik untuk menghidupkan atau mematikan serta pemantauan penggunaan daya listrik dengan mudah tanpa harus menghidupkan ataupun mematikan perangkat secara manual.

2. Dasar Teori

2.1. Langkah Kerja Sistem Secara Umum

Langkah-langkah kerja sistem ini adalah:

- Pada awal operasi sistem dalam kondisi *standby* dimana relay tidak mendapat catu daya.
- Perintah dari Smartphone akan mengaktifkan sistem sehingga sistem aktif dan catu daya mulai mengalir melalui relay.
- Sensor tegangan dan sensor arus yang terhubung dengan perangkat listrik rumah tangga mulai membaca tegangan dan arus yang digunakan perangkat.
- Sistem melakukan perhitungan daya sesaat dengan mengkalikan hasil tegangan dan arus yang diperoleh dari sensor.
- Hasil pembacaan daya sesaat dikirimkan menuju database untuk disimpan.
- Smartphone pengguna akan mengakses data dan menampilkan data tersebut.

2.2. Daya Listrik

Untuk membaca daya sesaat pada penelitian ini, diperlukan pengetahuan umum mengenai daya listrik. Daya listrik adalah tingkat konsumsi energi listrik dalam sebuah rangkaian listrik terhadap waktu. Perhitungan daya listrik dapat dihitung dengan hukum Joule untuk mendapatkan besar daya listrik sesaat. [6]

$$P = VI \dots\dots\dots(1)$$

Daya listrik dibagi menjadi 3 yakni:

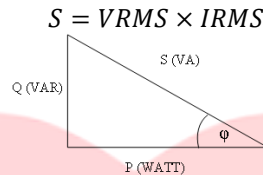
- Daya Aktif
Daya kerja seperti daya mekanik, panas, cahaya, dan sebagainya yang dinyatakan dalam satuan Watt. Perhitungan Daya Aktif adalah

$$P = S \times \cos \theta$$

- Daya Reaktif (Q)
Daya yang diperlukan beban listrik yang bekerja dengan sistem elektromagnet. Daya Reaktif adalah Daya Reaktif dinyatakan dalam satuan VAR.

$$Q = S \times \sin \theta$$

- Daya Semu (S)
Daya semu adalah penjumlahan daya aktif dan daya reaktif secara vektoris. Daya semu dinyatakan dalam satuan VA

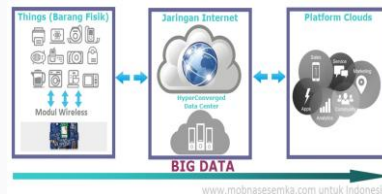


Gambar II-1 Segitiga Daya Listrik

Untuk menghitung Daya Aktif dan Daya Reaktif diperlukan nilai faktor daya ($\cos \theta$). Faktor daya ini merupakan tingkat efisien dalam menyalurkan daya yang dapat digunakan. Faktor daya memiliki nilai antara 0 hingga 1. Apabila faktor daya mendekati nilai 1 maka semakin banyak daya semu yang diberikan sumber yang dapat dimanfaatkan oleh perangkat. Dalam penelitian ini perhitungan daya sesaat yang dihitung merupakan daya semu.

2.3. IoT (Internet of Things)

IoT adalah sebuah konsep yang memiliki tujuan memperluas manfaat dan konektivitas internet yang tersambung secara terus menerus dalam berbagi data, kendali jarak jauh, dan berbagai hal. Prinsip IoT ini dilakukan dengan cara menghubungkan perangkat kendali dengan perangkat yang akan dikendalikan melalui jaringan Internet. IoT bekerja dengan membaca program yang kita masukkan kedalam mikrokontroler [2]. Dalam penelitian ini, prinsip kerja IoT digunakan untuk menghidupkan atau mematikan perangkat listrik rumah dimana seluruh proses mengendalikan perangkat berbasis internet dengan pengendalian dalam jarak yang jauh.



Gambar 3 Prinsip kerja IoT.

2.4. Akuisisi Data

Pengukuran suatu alat dapat dikatakan bersifat akurat dan presisi dengan melakukan perhitungan rumus tingkat error dan perhitungan standard deviasi.

2.4.1. Tingkat Error

Tingkat error ini dapat diperoleh dengan menggunakan rumus

$$Error (\%) = \frac{|nilai\ sebenarnya - nilai\ hasil\ pengukuran|}{nilai\ sebenarnya} \times 100\%$$

Semakin kecil tingkat error suatu pengukuran maka pengukuran tersebut dikatakan akurat. Dalam penelitian ini nilai pembacaan multimeter digunakan untuk nilai sebenarnya dan pembacaan sensor untuk nilai hasil pengukuran.

2.4.2. Tingkat Presisi

Persentase presisi suatu pengukuran dapat dilihat dengan membandingkan nilai koefisien variasi dengan koefisien Horwitz. Semakin kecil nilai koefisien variasi dari koefisien Horwitz maka tingkat presisi pengukuran tersebut tinggi. Untuk mendapatkan nilai koefisien Horwitz, terlebih dahulu melakukan pengukuran standar deviasi. Standar deviasi adalah nilai statistik untuk menentukan bagaimana sebaran data dalam sampel serta mengukur seberapa dekat titik data individu ke rata-rata nilai sampel. Rumus untuk menghitung Standar Deviasi adalah:

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Xi - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Keterangan:

SD = Simpangan Deviasi

n = Jumlah Sampel Data

\bar{X} = Rata-rata nilai pengukuran

X_i = Nilai pengukuran ke-i

Setelah mendapatkan nilai standar deviasi maka dapat dicari nilai koefisien variasi dengan menggunakan rumus

$$KV = \frac{SD}{\bar{X}}$$

Keterangan:

KV= Nilai koefisien variasi

SD = Simpangan Deviasi

\bar{X} = Rata-rata pengukuran

Nilai Koefisien Horwitz adalah:

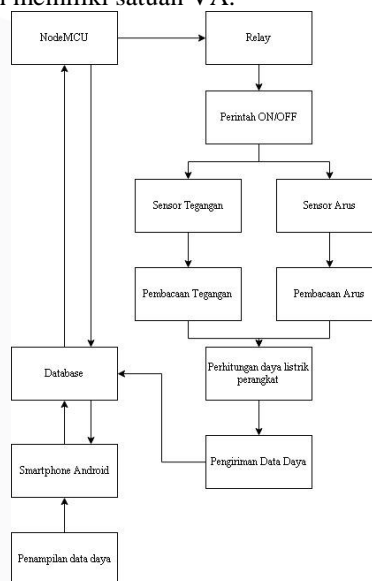
$$KV(\%) = 2^{1-0,5 \log C}$$

Dimana nilai C adalah pangkat dari 10.

3. Perancangan Sistem

3.1. Blok Diagram

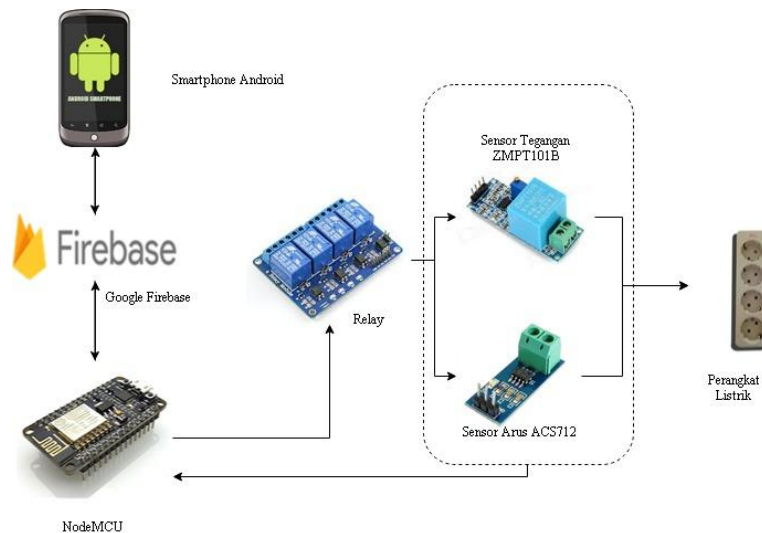
Pengambilan nilai daya diperoleh dengan mengkalikan nilai yang terukur pada sensor tegangan dan sensor arus. Hasil baca daya listrik akan dikirimkan menuju Firebase melalui NodeMCU dan akan ditampilkan di smartphone pengguna. Untuk pengendalian ON/OFF akan diatur melalui smartphone yang akan mengubah data pada database dimana database akan mengirimkan hasil perubahan menuju NodeMCU untuk mengaktifkan ataupun menghidupkan relay yang terhubung dengan perangkat. Demikian proses kerja sistem dalam sebuah siklus. Hasil baca daya yang diperoleh memiliki satuan VA.



Gambar 4 Diagram Blok Sistem

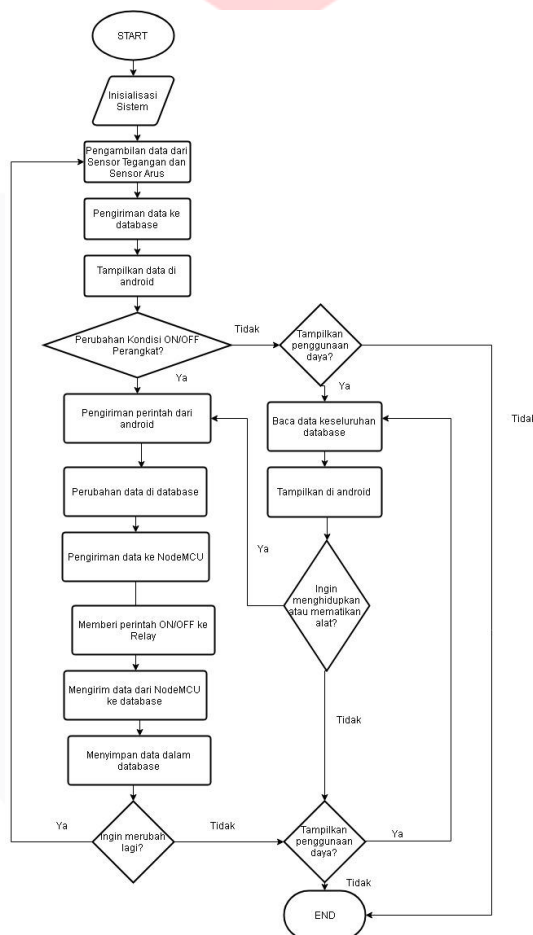
3.2. Desain Perangkat Keras

Pada desain perangkat ini, akan dirancang sebuah alat berbentuk kabel colokan yang di dalamnya sudah terhubung dengan relay, sensor tegangan ZMPT101B, sensor arus ACS712, dan NodeMCU beserta power supplynya.



Gambar 5 Design Perangkat Keras

3.3. Diagram Alir Sistem



Gambar 6 Diagram Alir Sistem

Pertama inisialisasi sistem terlebih dahulu dengan menghubungkan kabel power ke sumber listrik PLN. Lalu pada smartphone pilih stop kontak mana yang ingin dihidupkan atau dimatikan. Perintah tersebut akan mengubah nilai pada firebase menjadi 0 atau 1. Setelah itu perubahan yang ada pada firebase akan memberi sinyal kepada NodeMCU untuk menhidupkan atau mematikan relay yang terhubung terhadap perangkat. Ketika relay hidup, sensor tegangan dan sensor arus akan aktif untuk mengukur tegangan dan arus yang digunakan oleh perangkat listrik. Selanjutnya hasil pengukuran akan dikalikan terlebih dahulu untuk mendapatkan nilai daya listrik. Hasil pembacaan daya akan disimpan di dalam firebase dan dapat diakses melalui menu aplikasi tampilan daya pada

smartphone. Hasil pembacaan daya ini digunakan untuk mengetahui perangkat listrik mana yang menggunakan daya paling banyak.

4. Hasil Pengujian dan Analisa

4.1 Pengujian Pembacaan Sensor Tegangan

Pengujian pembacaan sensor tegangan dilakukan dengan membandingkan nilai yang terukur pada sensor tegangan dengan multimeter yang pembacaannya dilakukan setiap 1 menit.

Tabel 1 Perbandingan pembacaan sensor tegangan ZMPT101B dengan Multimeter selama 1 menit

No.	Sensor ZMPT101B (V)	Multimeter (V)	Persentase Error (%)
1	210.91	210.5	0,19
2	212.17	212.5	0,16
3	212.17	212.7	0,25
4	212.48	211.3	0,56
5	210.35	210.3	0,02
6	209.87	210	0,06
7	209.59	210.1	0,24
8	210.65	209.7	0,45
9	208.76	210.4	0,78
10	208.89	210.4	0,72
11	210.53	210.6	0,03
12	207.98	209.8	0,77
13	209.28	210.3	0,49
14	208.39	209.2	0,39
15	209.98	210.7	0,34
16	208.04	209.7	0,79
17	207.89	208.9	0,48
18	208.85	209	0,07
19	208.30	208.6	0,14
20	209.08	208.8	1,10
21	208.64	207.1	0,74
22	207.79	209.1	0,63
23	202.75	208.1	2,57
24	208.37	208.8	0,11
25	208.80	210.1	0,62
26	206.21	208.2	0,96
27	208.59	208.2	0,19
28	206.03	206.5	0,23
29	206.20	206.2	0,00
30	206.62	206.5	0,06
Rata-Rata	208,8053	209,33	0,25

Berdasarkan nilai yang tertera pada tabel tersebut, diperoleh nilai error pengukuran ZMPT101B dari multimeter sebesar 0.25% dan dengan pengukuran tingkat presisi menggunakan perbandingan nilai koefisien variasi dan koefisien Horwitz didapatkan tingkat ketelitian pengukuran sebesar 1,97% dimana jika angkanya semakin kecil semakin presisi.

4.2 Pengujian Pembacaan Sensor Arus

Pengujian pembacaan sensor arus dilakukan dengan membandingkan nilai yang terukur pada sensor arus dengan multimeter yang pembacaannya dilakukan setiap 1 menit.

Tabel 2 Perbandingan pembacaan sensor arus ACS712 dengan Multimeter selama 1 menit

No.	Sensor ACS712 (A)	Multimeter (A)	Persentase Error (%)
1	0,02	0,02	0
2	0,03	0,02	50
3	0,03	0,02	50
4	0,02	0,02	0
5	0,02	0,02	0
6	0,02	0,02	0
7	0,02	0,02	0
8	0,02	0,02	0
9	0,02	0,02	0
10	0,02	0,02	0
11	0,02	0,02	0
12	0,02	0,02	0
13	0,02	0,02	0
14	0,02	0,02	0
15	0,02	0,02	0
16	0,02	0,02	0
17	0,02	0,02	0
18	0,02	0,02	0
19	0,02	0,02	0
20	0,02	0,02	0
21	0,02	0,02	0
22	0,02	0,02	0
23	0,02	0,02	0
24	0,02	0,02	0
25	0,02	0,02	0
26	0,02	0,02	0
27	0,02	0,02	0
28	0,02	0,02	0
29	0,02	0,02	0
30	0,02	0,02	0
Rata-rata	0,020667	0,02	3,33

Hasil pembacaan pada multimeter dan sensor terbatas pada 2 angka dibelakang koma dan oleh karena itu perbedaan nilai error akan berubah secara drastis. Akan tetapi berdasarkan rata-rata yang diperoleh tingkat error ACS712 sebesar 3,33%. Dengan perbandingan nilai koefisien variasi pengukuran dengan koefisiensi Horwitz didapatkan tingkat ketelitian sebesar 0,03% dimana semakin kecil nilainya semakin presisi

4.3 Pengujian Perhitungan Daya Semu

Pengujian perhitungan daya semu dilakukan dengan membandingkan perkalian hasil pembacaan tegangan dan arus dari sensor dengan perkalian hasil pembacaan dari multimeter.

Tabel 3 Perbandingan perhitungan daya semu pada sistem dengan daya semu pada Multimeter

No.	Daya Semu dari Sensor (VAR)	Daya Semu dari Multimeter (VAR)
1	4,2036	4,204
2	6,324	4,248
3	6,3021	4,204
4	4,192	4,214
5	4,2094	4,19
6	4,2096	4,2
7	4,192	4,214
8	4,1804	4,212
9	4,2066	4,178
10	4,2258	4,186
11	4,2428	4,212
12	4,2576	4,226
13	4,251	4,246
14	4,2056	4,252
15	4,228	4,256
16	4,23	4,218
17	4,2372	4,228
18	4,2254	4,236
19	4,2502	4,238
20	4,236	4,23
21	4,2788	4,23
22	4,275	4,246
23	4,2806	4,274
24	4,2636	4,264
25	4,2724	4,26
26	4,2856	4,264
27	4,315	4,28
28	4,2808	4,308
29	4,2864	4,272
30	4,2728	4,27

Dapat dilihat berdasarkan hasil pengujian, daya semu yang diperoleh memiliki tingkat error sebesar 3,41% dimana hal ini mendekati dengan nilai daya semu pada multimeter sehingga perhitungan daya semu pada sensor memiliki tingkat akurasi yang cukup tinggi.

4.4 Pengujian Kontrol

Pengujian Kontrol dilakukan dengan menhidupkan dan mematikan perangkat melalui smartphone dan mengecek keadaan perangkat apakah sudah sesuai dengan status yang ada di smartphone. Pengtesan dilakukan dengan mengukur delay

Tabel 4 Hasil pengukuran waktu delay pada saklar 1 dan saklar 2

SAKLAR 1	SAKLAR 2	DELAY 1	DELAY 2
OFF	OFF	0	0
ON	ON	0.42	0.31
OFF	ON	0.52	0.2
OFF	OFF	0.3	0.51
ON	ON	0.54	0.78
OFF	ON	0.52	0.21
OFF	OFF	0.3	0.56

Berdasarkan tabel pengujian tersebut, dapat disimpulkan bahwa proses pengendalian melalui *smartphone* bersifat cepat

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian tugas akhir ini, didapat kesimpulan bahwa :

1. Pembacaan sensor tegangan dan arus untuk mengukur daya memiliki nilai akurasi yang cukup tinggi dengan pengukuran menggunakan multimeter dengan tingkat error pembacaan daya sebesar 3,13% pada saklar 1 dan 3,41% pada saklar 2.

2. Pengiriman data dan penerimaan data pada realtime database menunjukkan keberhasilan tanpa ada data yang hilang
3. Perubahan status hidup atau status mati pada perangkat *smartphone* akan langsung merubah status yang tersimpan dalam realtime database dan perubahan terjadi dalam waktu yang cepat.
4. Penggunaan ZMPT101B dan ACS712 merupakan pilihan yang tepat karena memiliki tingkat presisi yang tinggi.

Daftar Pustaka

- [1] Perbandingan jumlah pengguna Android dan iOS. <https://tekno.kompas.com/read/2018/03/11/11370017/membandingkan-kesetiaan-pengguna-android-dan-ios> (Diakses 8 Juni 2018)
- [2] Hu, Yu-Chen, dkk..2017. *Intelligent Communication and Computational Technologies*. Polang:Springer.
- [3] Bolton, W..(2015). *Programmable Logic Control 6th Edition*. Oxford:Newnes.
- [4] Guedes, Luiz Affonso.2010. *Programmable Logic Controller*. Croatia: Intech.
- [5] Berita pendukung untuk menghemat listrik untuk kebutuhan masa mendatang <https://edukasi.kompas.com/read/2018/03/08/14144141/hemat-listrik-demi-tagihan-dan-generasi-masa-depan> (Diakses 8 Juni 2018)
- [6] Sulistyowati, Riny dan Dedi Dwi Febrianto.2012. *Perancangan Prototype Sistem Kontrol dan Monitoring Pembatas Daya Listrik Berbasis Mikrokontroler*.