

Smart Power Outlet dengan Fitur Pemantauan Daya

¹Nadua Joelmettu, ²Handry Khoswanto, ³Resmana Lim

Program Studi Teknik Elektro, Universitas Kristen Petra

¹joelmettu@gmail.com, ²handry@petra.ac.id, ³resmana@petra.ac.id

Abstract—Smart power outlet was previously made by Felix Thamrin and it has a power monitoring feature that has not been optimized, where the power calculation process only uses a current sensor. This final project is made to create smart power outlet with power monitoring feature that already use voltage and current sensor, also the addition of cost calculation feature.

Smart power outlet consist of several main components such as NodeMCU microcontroller, ZMPT101B voltage sensor module, and ACS712 current sensor module. From the load plugged in smart power outlet, voltage and current data will be read by the sensor and sent to the microcontroller to be calculated. The calculation results will be sent through the internet and displayed on the Blynk app in the user's smartphone. The smart power outlet also comes with other features such as timer, alarm, and cost calculation.

Based on the test results, all features on the smart power outlet can run well. Manual control, timer, and alarm features work well and responsive. Power monitoring features are still not accurate with the biggest error of 80%, while the cost calculation feature has the biggest error of 8%.

Keyword—Smart power outlet; Power Monitoring; NodeMCU; ZMPT101B; ACS712

Abstrak—Smart power outlet yang sebelumnya dibuat oleh Felix Thamrin mempunyai fitur pemantauan daya yang belum optimal, dimana proses penghitungan daya yang dilakukan hanya memanfaatkan sensor arus. Pembuatan tugas akhir ini dimaksudkan untuk membuat smart power outlet dengan fitur pemantauan daya yang sudah memanfaatkan sensor tegangan dan sensor arus, serta penambahan fitur penghitungan biaya.

Smart power outlet terdiri dari beberapa komponen utama seperti mikrokontroler NodeMCU, modul sensor tegangan ZMPT101B, modul sensor arus ACS712. Dari beban yang terpasang, data berupa tegangan dan arus akan dibaca oleh sensor dan dikirimkan menuju mikrokontroler untuk dilakukan penghitungan. Hasil penghitungan akan dikirimkan melalui jaringan internet dan ditampilkan pada aplikasi Blynk pada smartphone pengguna. Smart power outlet juga dilengkapi dengan fitur lain seperti timer, alarm, dan penghitungan biaya.

Berdasarkan hasil pengujian, seluruh fitur pada smart power outlet dapat berjalan dengan baik. Kontrol secara manual, fitur timer dan alarm berjalan dengan baik dan responsif. Fitur pemantauan daya masih belum akurat dengan eror terbesar mencapai 80%, sedangkan pada fitur penghitungan biaya terdapat eror terbesar mencapai 8%.

Kata Kunci—Smart Power Outlet; Pemantauan Daya; NodeMCU; ZMPT101B; ACS712

I. Pendahuluan

Kemajuan teknologi yang sangat pesat diikuti dengan konsumsi energi listrik yang semakin besar. Berdasarkan data dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, pada tahun 2011 sampai dengan 2015 selalu terjadi kenaikan konsumsi energi listrik, dan konsumen terbesar selalu berasal dari golongan rumah tangga [1].

Smart power outlet dibuat untuk mempermudah proses kendali dan pemantauan daya dari peralatan elektronik rumah tangga, hanya saja fitur pemantauan daya pada smart power outlet yang dibuat oleh Felix Thamrin masih belum optimal dimana proses penghitungan daya hanya memanfaatkan sensor arus [2].

Berdasarkan peluang inilah tugas akhir ini dibuat untuk mengoptimalkan fitur pemantauan daya dengan menambahkan sensor tegangan dan juga penambahan fitur untuk melakukan penghitungan biaya.

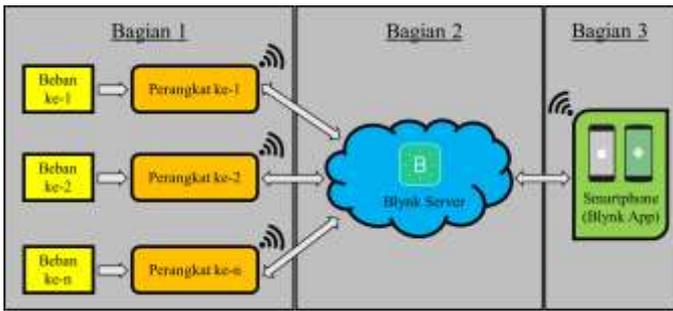
Proses penghitungan daya akan memanfaatkan library EmonLib yang sudah dimodifikasi sesuai dengan komponen yang digunakan. EmonLib adalah sebuah library yang dapat digunakan untuk proses pemantauan daya yang dikembangkan oleh sebuah organisasi dari Eryri, Wales Utara [3].

Smart power outlet dapat dikendalikan dengan menggunakan smartphone melalui aplikasi Blynk. Blynk adalah sebuah aplikasi pada Android atau iOS yang dapat digunakan untuk mengontrol berbagai macam mikrokontroler seperti Arduino, Raspberry Pi, ESP, dan lain-lain [4].

Blynk akan memberikan kode autentikasi yang spesifik untuk tiap perangkat yang akan dikendalikan, sehingga Blynk tidak akan salah dalam mengenali perangkat yang dikendalikan. Kode autentikasi akan disematkan dalam program mikrokontroler.

II. Perencanaan Desain

A. Desain Sistem Smart Power Outlet



Gambar 1. Desain Sistem Smart Power Outlet

Smart power outlet dibuat dengan memanfaatkan konsep *Internet of Things* dimana pengguna dapat mengakses dan mengontrol sebuah perangkat dari jarak jauh melalui jaringan internet. Penjelasan mengenai desain sistem dibagi menjadi 3 bagian.

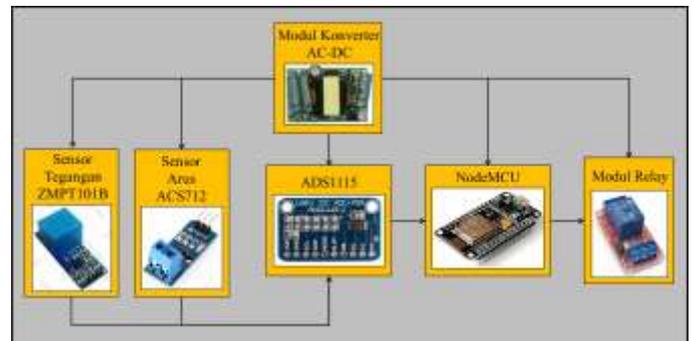
Pada bagian 1, akan dilakukan pengambilan data berupa tegangan dan arus dari beban yang terpasang. Pengambilan data dilakukan oleh sensor tegangan dan sensor arus. Data dari sensor kemudian diolah oleh mikrokontroler, dimana data tegangan dan arus digunakan untuk menghitung nilai daya, energi, dan faktor daya. Data inilah yang kemudian akan dikirim menuju Blynk Server dan ditampilkan pada aplikasi Blynk di *smartphone* pengguna.

Pada bagian 2, terjadi proses pengiriman data dari mikrokontroler menuju Blynk Server yang terletak pada *cloud*. Proses pengiriman data dilakukan melalui jaringan internet dengan memanfaatkan Blynk Libraries yang telah disediakan oleh Blynk. Blynk Libraries berguna untuk menghubungkan dan mengatur komunikasi antara *hardware* yang digunakan dengan Blynk Server.

Pada bagian 3, data yang tersimpan dalam Blynk Server diteruskan menuju *smartphone* pengguna. Data yang dikirimkan akan ditampilkan pada aplikasi Blynk. Sebuah *smartphone* mampu mengendalikan lebih dari satu buah *smart power outlet*, sesuai dengan jumlah yang sudah didaftarkan. Satu buah *smart power outlet* juga dapat dikendalikan oleh beberapa pengguna sekaligus secara bersamaan.

Pembuatan aplikasi *Smart Power Outlet* memanfaatkan aplikasi Blynk dalam versi gratis, sehingga terdapat beberapa keterbatasan seperti aplikasi yang tidak dapat diekspor menjadi aplikasi yang dapat dipublikasikan, dan aplikasi hanya dapat dijalankan dalam mode *project*. Selain itu jumlah perangkat yang dapat dikendalikan juga terbatas sebanyak 20 buah.

B. Desain Hardware Smart power outlet



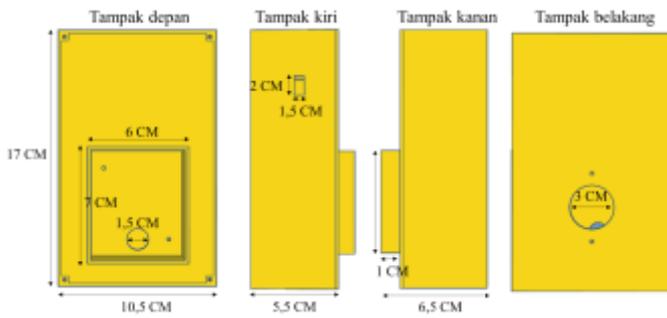
Gambar 2. Blok Diagram Smart Power Outlet

Komponen yang digunakan pada *smart power outlet* dapat dilihat pada Gambar 2. Digunakan modul konverter AC-DC untuk mengubah tegangan AC 220 V menjadi tegangan DC 5 V. Tegangan DC 5V nantinya akan digunakan untuk menyuplai mikrokontroler dan modul-modul yang digunakan.

Terdapat dua buah sensor yang digunakan yaitu sensor tegangan dan sensor arus. Sensor tegangan yang digunakan adalah modul sensor tegangan ZMPT101B, sedangkan sensor arus yang digunakan adalah modul sensor arus ACS712.

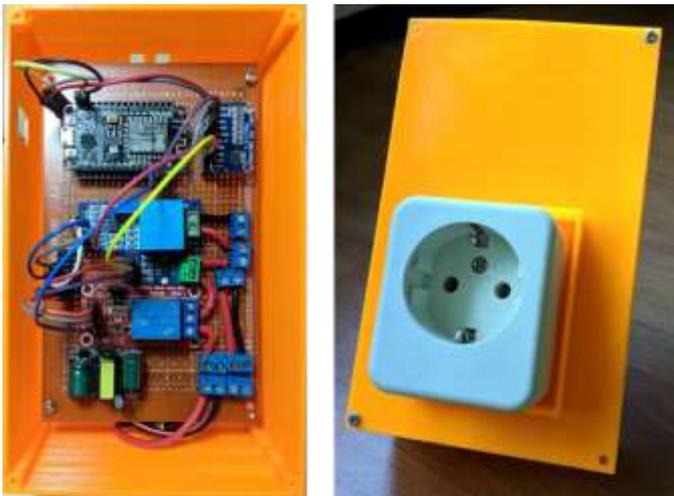
Karena mikrokontroler NodeMCU yang digunakan hanya mempunyai satu buah pin untuk menerima *input* analog, digunakan sebuah modul ADC untuk menambah jumlah pin *input* analog. Modul ADC yang digunakan adalah ADS1115, nantinya konverter ini akan mengirimkan data hasil pembacaan sensor menuju mikrokontroler dengan menggunakan komunikasi I2C.

NodeMCU terhubung dengan sebuah modul *relay* yang berguna untuk menyambung dan memutuskan aliran listrik menuju beban yang terpasang pada *smart power outlet*.



Gambar 3. Dimensi Case Smart Power Outlet

Case *Smart Power Outlet* dibuat dengan menggunakan 3D printer, dimensi fisik *smart power outlet* adalah 17 cm x 10.5 cm x 6.5 cm. Bentuk fisik *smart power outlet* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Smart Power Outlet

C. Desain Antarmuka pada Blynk

Terdapat 4 buah halaman pada aplikasi Blynk yaitu halaman *control*, *power monitor*, *cost monitor*, dan *setup*. Pada halaman *control* terdapat tampilan untuk pengaturan kontrol secara manual, pengaturan *timer*, dan pengaturan alarm.

Pada halaman *power monitor*, terdapat tampilan berupa grafik dan nilai-nilai beberapa parameter seperti tegangan, arus, daya semu, daya nyata, dan faktor daya. Pada halaman *cost monitor*, terdapat tampilan berupa grafik dan hasil penghitungan biaya pemakaian.

Pada halaman *setup* berisi pengaturan *smart power outlet* seperti pemilihan perangkat yang akan

dikendalikan, penentuan nilai kalibrasi sensor, dan penentuan tarif listrik/KWH yang akan digunakan. Tampilan antarmuka pada Blynk dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Antarmuka Blynk

III. Pengujian Sistem dan Analisa

A. Pengujian Kontrol Manual

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan *smart power outlet* dalam mengirimkan perintah untuk menyalakan atau mematikan *relay*. Dilakukan 10 kali pengujian untuk menghidupkan atau

mematikan *relay*, hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengujian Kontrol Manual

Pengujian ke-	Hasil Pengujian
1	Berhasil
2	Berhasil
3	Berhasil
4	Berhasil
5	Berhasil
6	Berhasil
7	Berhasil
8	Berhasil
9	Berhasil
10	Berhasil

B. Pengujian Fitur Timer

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan *smart power outlet* dalam menjalankan fitur *timer*. Dilakukan 20 kali pengujian untuk durasi *timer* yang berbeda-beda, hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengujian Fitur *Timer*

Durasi <i>Timer</i> (Menit)	Hasil Pengujian
1	Berhasil
2	Berhasil
3	Berhasil
4	Berhasil
5	Berhasil
6	Berhasil
7	Berhasil
8	Berhasil
9	Berhasil
10	Berhasil
20	Berhasil
30	Berhasil
40	Berhasil
50	Berhasil
60	Berhasil
120	Berhasil
180	Berhasil
240	Berhasil
300	Berhasil
360	Berhasil

C. Pengujian Fitur Alarm

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan *smart power outlet* dalam menjalankan fitur alarm. Terdapat 2 buah alarm yang dapat dijalankan secara bersamaan oleh *smart power outlet*. Dilakukan 10 kali pengujian untuk masing-masing alarm dengan waktu yang berbeda-beda, hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengujian Fitur Alarm

Pengujian ke-	Alarm	Start Alarm	Stop Alarm	Hasil Pengujian
1	1	08:00	08:05	Berhasil
	2	08:10	08:15	Berhasil
2	1	08:15	08:25	Berhasil
	2	08:30	08:40	Berhasil
3	1	08:40	09:10	Berhasil
	2	09:10	09:40	Berhasil
4	1	09:40	10:40	Berhasil
	2	10:45	11:45	Berhasil
5	1	11:45	13:45	Berhasil
	2	13:50	15:50	Berhasil
6	1	15:55	18:55	Berhasil
	2	19:00	22:00	Berhasil
7	1	08:00	12:00	Berhasil
	2	12:05	16:00	Berhasil
8	1	08:00	13:00	Berhasil
	2	13:05	18:05	Berhasil
9	1	08:00	14:00	Berhasil
	2	14:05	20:05	Berhasil
10	1	08:00	15:00	Berhasil
	2	15:05	22:05	Berhasil

D. Pengujian Fitur Pemantauan Daya

Pengujian ini dilakukan untuk menguji ketepatan hasil pengolahan nilai yang ditampilkan pada fitur pemantauan daya yang meliputi *Vrms*, *Irms*, daya semu, daya nyata, dan faktor daya. Pengujian dilakukan pada 5 buah peralatan elektronik yaitu, lampu, solder, kipas angin, *rice cooker*, dan kompor listrik dengan daya yang berbeda-beda. Hasil dari *smart power outlet* akan dibandingkan dengan alat ukur Fluke 41B.

Tabel 4. Pengujian Penghitungan Tegangan

Beban	<i>Vrms</i> (V)		Error (%)
	Fluke 41B	<i>Smart power outlet</i>	
Lampu 5 W	231	231	0
Solder 40 W	231	231	0
Kipas Angin 85 W	231,2	231	0,09
<i>Rice cooker</i> 300 W	231,5	230,9	-0,3
Kompor listrik 600 W	230	229	-0,4

Tabel 5. Pengujian Penghitungan Arus

Beban	<i>Irms</i> (A)		Error (%)
	Fluke 41B	<i>Smart power outlet</i>	
Lampu 5 W	0.037	0.04	8
Solder 40 W	0.17	0.19	7
Kipas Angin 85 W	0,37	0,40	6
<i>Rice cooker</i> 300 W	1,38	1,32	-4
Kompor listrik 600 W	3,02	2,94	-3

Tabel 6. Pengujian Penghitungan Daya Semu

Beban	Daya Semu (VA)	Error
-------	----------------	-------

	Fluke 41B	Smart power outlet	(%)
Lampu 5 W	5	9,1	82
Solder 40 W	40	43,67	9
Kipas Angin 85 W	85	90,64	7
Rice cooker 300 W	320	315,9	-1
Kompur listrik 600 W	690	665,2	-4

Tabel 7. Pengujian Penghitungan Daya Nyata

Beban	Daya Nyata (W)		Error (%)
	Fluke 41B	Smart power outlet	
Lampu 5 W	5	9	80
Solder 40 W	39,2	43,08	10
Kipas Angin 85 W	83,2	89,3	7
Rice cooker 300 W	320	312,7	-2
Kompur listrik 600 W	690	657,2	-5

Tabel 8. Pengujian Penghitungan Faktor Daya

Beban	Faktor Daya		Error (%)
	Fluke 41B	Smart power outlet	
Lampu 5 W	0,99	1	1
Solder 40 W	0,98	0,99	1
Kipas Angin 85 W	0,98	0,99	1
Rice cooker 300 W	1	0,99	-1
Kompur listrik 600 W	1	0,99	-1

Dari pengujian 5 buah peralatan elektronik didapatkan hasil yang beragam. Pada pengujian penghitungan tegangan hasilnya cukup baik dimana eror yang didapatkan kurang dari 1%, sedangkan pada pengujian penghitungan arus eror yang didapatkan masih kurang dari 10%.

Pada pengujian penghitungan daya, eror terbesar berada pada beban dengan konsumsi daya kecil yaitu lampu 5 W, dimana eror pembacaan daya mencapai 80%. Nilai eror terus mengecil sampai pengujian pada beban *rice cooker* dengan daya 300W. Pada pengujian beban diatas 300 W nilai eror kembali membesar, hanya saja nilai erornya negatif.

Proses penghitungan daya baik daya semu maupun daya nyata memanfaatkan hasil penghitungan dari nilai tegangan dan arus. Pada penghitungan nilai tegangan eror yang didapatkan cukup kecil, namun pada penghitungan arus erornya cukup besar, eror pada pembacaan arus ini akan berdampak pada penghitungan daya.

Hal ini dapat disebabkan oleh berbagai macam faktor mulai dari pemilihan sensor yang digunakan sampai dengan metode yang digunakan dalam proses penghitungan.

E. Pengujian Fitur Penghitungan Biaya

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan *smart power outlet* dalam menjalankan fitur penghitungan biaya. Pengujian tidak dilakukan pada hasil penghitungan biaya melainkan pada hasil penghitungan total energi yang dipakai oleh peralatan elektronik selama 1 jam. Pengujian dilakukan pada 5 buah peralatan elektronik yaitu, lampu, solder, kipas angin, *rice cooker*, dan kompor listrik dengan daya yang berbeda-beda. Hasil dari *smart power outlet* akan dibandingkan dengan KWh meter digital.

Tabel 9. Pengujian Penghitungan Energi

Beban	Energi (KWh)		Error (%)
	KWh meter digital	Smart power outlet	
Lampu 5 W	0.005	0.009	80 %
Solder 40 W	0.04	0.043	8 %
Kipas Angin 85 W	0.085	0.09	6%
Rice cooker 300 W	0.32	0.3	6 %
Kompur listrik 600 W	0.69	0.65	6 %

Sama halnya dengan penghitungan daya, eror terbesar mencapai 80% pada beban dengan daya kecil yaitu lampu 5 W. Pada beban dengan daya yang lebih besar didapatkan eror sekitar 8%.

IV. Kesimpulan

1. *Smart power outlet* dapat dikendalikan dengan kontrol manual dengan tingkat keberhasilan 100%.
2. Fitur *timer* pada *smart power outlet* berjalan dengan baik dengan tingkat keberhasilan 100%.
3. Fitur alarm pada *smart power outlet* berjalan dengan baik dengan tingkat keberhasilan 100%.
4. Fitur pemantauan daya pada *smart power outlet* berjalan dengan baik, namun hasilnya masih kurang akurat. Eror terbesar pada beban dengan daya kecil (Lampu 5 W) mencapai 80%.

sedangkan pada beban dengan daya berkisar 100 W - 300 W didapatkan eror kurang dari 10%.

5. Fitur penghitungan biaya pada *smart power outlet* berjalan dengan baik, namun masih kurang akurat, dimana terdapat eror penghitungan energi sampai dengan 8%.
6. Penggunaan mikrokontroler NodeMCU dan modul ADC untuk menambahkan pin *analog input* kurang efektif karena sudah ada mikrokontroler lain yang lebih memadai seperti mikrokontroler ESP32 atau Arduino MKR1000.
7. Mengganti metode yang digunakan untuk penghitungan daya agar didapatkan hasil yang lebih akurat, atau dengan menggunakan IC HWL8012 untuk membantu proses pengolahan data.

Daftar Pustaka

- [1] Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral, "Statistik Ketenagalistrikan 2015," 2015.
- [2] F. F. Thamrin, "PEMBUATAN *SMART POWER OUTLET* YANG DAPAT DIKENDALIKAN MENGGUNAKAN APLIKASI PADA *SMARTPHONE* ANDROID," 2017.
- [3] OpenEnergyMonitor, "Open Energy Monitor." [Online]. Available: <https://openenergymonitor.org/?q=about>. [Accessed: 12-Feb-2018].
- [4] Blynk, "Blynk," 2017. [Online]. Available: <https://www.blynk.cc/>. [Accessed: 12-Feb-2018].