

SISTEM MONITORING KONSUMSI ENERGI LISTRIK KWH METER SECARA *REAL TIME* PADA RUMAH TANGGA BERBASIS IOT

Andra Eka Karuniawan

Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Elektro

Universitas Muria Kudus

Email: karuniawanandra@gmail.com

ABSTRAK

Dalam upaya membatasi dan menghemat penggunaan energi listrik dikarenakan sering terjadi pemborosan penggunaan energi listrik, pada penelitian ini maka dirancangkanlah sistem monitoring konsumsi energi listrik kWh meter secara *real time* pada rumah tangga berbasis IoT. Yang bertujuan dapat me-monitoring besaran listrik seperti tegangan, arus, daya, energi, *power factor*, frekuensi yang digunakan serta dapat mengetahui estimasi biaya tarif dasar listrik yang telah disesuaikan dengan tarif dasar yang ditetapkan oleh PLN secara *real time*. Pada penelitian menggunakan metode "*Research And Development*" yang memiliki arti penelitian dan pengembangan. Penelitian ini memanfaatkan input output komponen diantara lain yaitu NodeMCU ESP8266, modul sensor PZEM-004T, LCD 20x4, buzzer, *pilot lamp*, *push butto*, dan menggunakan *software blynk*. Hasil pembacaan sistem dengan alat ukur terdapat selisih sebesar 0,69% tegangan, 0,27% arus, 0,27 daya, 1,5% energi, 1,8% *power factor*, dan 2,1% frekuensi. Data besaran listrik yang telah terukur dan estimasi biaya tarif dasar listrik dapat dipantau melalui LCD pada alat maupun dengan ponsel android dengan menggunakan aplikasi *blynk*. Sehingga memudahkan dalam memonitoring.

Kata kunci: Sistem Monitoring, IoT, Nodemcu ESP8266, PZEM-004T, *Blynk*

ABSTRACT

In an effort to limit and save the use of electrical energy due to frequent waste of electrical energy use, in this study, a real-time monitoring system for kWh meter electrical energy consumption in IoT-based households was designed. Which aims to be able to monitor the amount of electricity such as voltage, current, power, energy, power factor, frequency used and can find out the estimated cost of the basic electricity tariff that has been adjusted to the basic tariff set by PLN in real time. In research using the method "Research And Development" which means research and development. This research utilizes input output components including NodeMCU ESP8266, PZEM-004T sensor module, 20x4 LCD, buzzer, pilot lamp, push butto, and using blynk software. The system readings with measuring instruments contained differences of 0.69% voltage, 0.27% current, 0.27 power, 1.5% energy, 1.8% power factor, and 2.1% frequency. Data on the amount of electricity that has been measured and the estimated cost of the basic electricity tariff can be monitored through the LCD on the device or with an Android phone using the blynk application. Making it easier to monitor.

Keywords: Monitoring System, IoT, Nodemcu ESP8266, PZEM-004T, *Blynk*

1. PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan utama manusia di zaman modern ini. Konsumsi energi listrik masih bergantung pada bahan baku fosil yang dimana menjadi perhatian karena sifatnya yang tak perbaharui. Untuk mengurangi dan meminimalisir penggunaan energi yang berlebihan tentunya kita harus pintar dalam membatasi penggunaannya (1). Seperti halnya penggunaan energi listrik di rumah. Semakin banyak benda elektronik yang digunakan akan semakin besar energi dan biaya yang diperlukan yang harus ditanggung oleh pengguna. Dalam pengelolaannya energi listrik ini diatur oleh perusahaan milik negara yang bernama PT. PLN. (2)

PT. PLN memfasilitasi pengguna energi listrik di rumah dengan menggunakan kWh (*kilo watt hours*) meter dalam perhitungan pemakaian energi dalam sehari-hari yang digunakan oleh pelanggan. Baik itu di rumah, fasilitas publik, industri, dll. kWh meter adalah suatu alat ukur yang dibutuhkan untuk mengukur pemakaian energi. Karena fungsinya itu, kWh meter selalu menjadi tolak ukur penggunaan energi listrik. kWh meter dalam hal ini seperti kWh meter *analog* (pascabayar) membuat pengguna tidak dapat mengetahui total besarnya energi listrik yang telah digunakan. Maka dari itu terpikirkan oleh penulis untuk membuat sistem monitoring konsumsi energi listrik kWh meter secara *real time* pada rumah tangga berbasis IoT. Juga terdapat tambahan sistem informasi biaya pemakaian energi listrik secara *real time*. (3)

Hal tersebut diharapkan dapat membantu pengguna dalam memudahkan monitoring juga membatasi penggunaan energi listrik yang berlebihan agar pengguna dapat menghemat penggunaan energi listrik (4). Dalam penelitian ini menggunakan aplikasi *blynk* sebagai kendali perangkat jarak jauh dan interface di ponsel Android, aplikasi *blynk* dapat diunduh secara gratis untuk Android, aplikasi tersebut dipilih karena mudah digunakan yang hanya membutuhkan ponsel android untuk mengaksesnya. Mikrokontroler yang digunakan adalah NodeMCU ESP

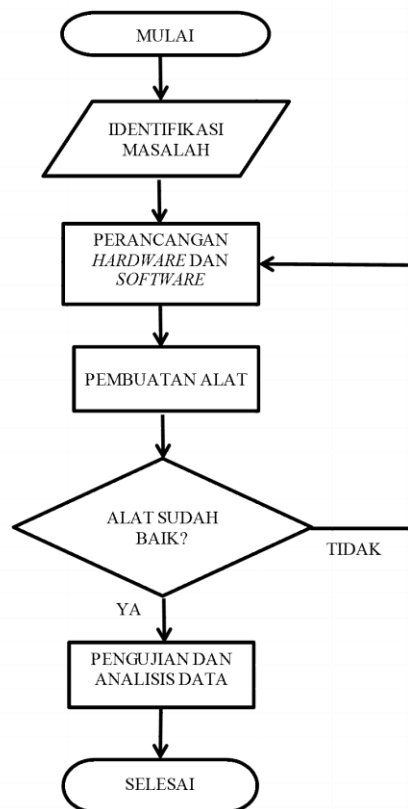
8266 yang pada dasarnya sudah terintegrasi dengan modul *WiFi* sehingga dapat terkoneksi secara online melalui aplikasi *blynk*. Sensor yang digunakan adalah Modul PZEM-004T sebagai pembaca besaran-besaran listrik, LCD 20x4 sebagai penampil data pada alat dan *buzzer* sebagai indikator ketika penggunaan energi berlebih.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam Penelitian ini adalah Pendekatan R&D (*Research and Development*). Penelitian R&D adalah aktivitas dasar untuk memperoleh informasi dan juga dilanjutkan dengan pengembangan. Metode R&D yang digunakan yaitu hanya mengambil beberapa langkah-langkah yang dimana dari produk sistem monitoring kwh meter yang sudah ada dengan fitur yang kurang lengkap lalu dikembangkan dengan penambahan fitur seperti: dapat merest melalui *blynk*, penampilan biaya terpakai, dan juga ada peringatan jika kelebihan daya dalam sehari dengan menggunakan *buzzer*.

2.1 Tahapan Alur Penelitian

Pengembangan dari sistem monitoring konsumsi energi listrik secara *real time* pada rumah tangga berbasis *iot* dibagi menjadi beberapa langkah. Langkah yang harus dilakukan dalam penelitian meliputi Identifikasi masalah, perancangan *hardware* dan *software*, jika perancangan *hardware* dan *software* sudah dilakukan maka tahap selanjutnya yaitu pembuatan alat dan pengujian alat, yang dimana jika setelah alat telah dibuat lalu kemudian diuji, ketika saat diuji alat dirasa belum bisa bekerja sesuai harapan maka akan dievaluasi dari tahapan sebelumnya. Kemudian jika alat sudah bekerja sesuai harapan maka akan berlanjut pada tahap ke pengambilan data dan analisis data seperti yang tertera pada gambar dibawah ini.



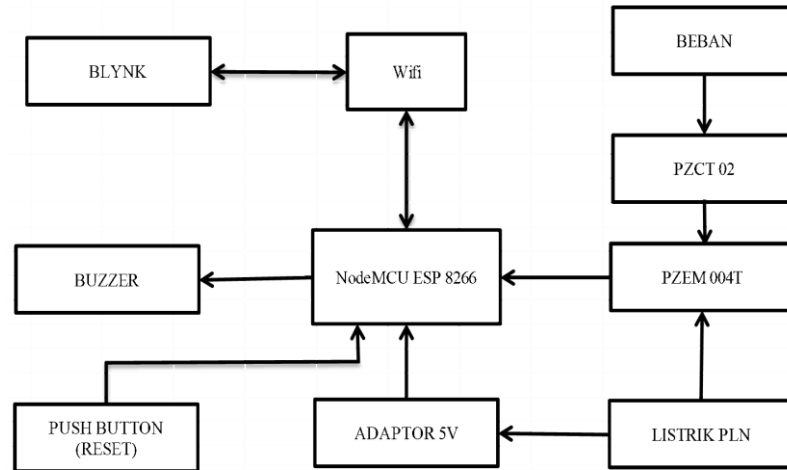
Gambar 1. Flowchart Alur Penelitian

2.2 Identifikasi Masalah

Pada tahap ini menyiapkan segala sesuatuyang berhubungan dengan penelitian tentang alat monitoring daya listrik, diantara meliputi *paper* atau buku-buku, jurnal dari penelitian yang sebelumnya yang berkaitan erat dengan objek masalah, yang hal tersebut dapat dijadikan referensi teori. Selain itu pada tahap ini akan dilakukan studi litelatur untuk mengetahui hasil dari tiap tiap penelitian yang dapat mengetahui kekurangannya dan kemudian dianalisis sehingga dapat memperoleh apa yang dibutuhkan dan juga dikembangkan dalam penelitian.

2.2.1 Diagram Blok

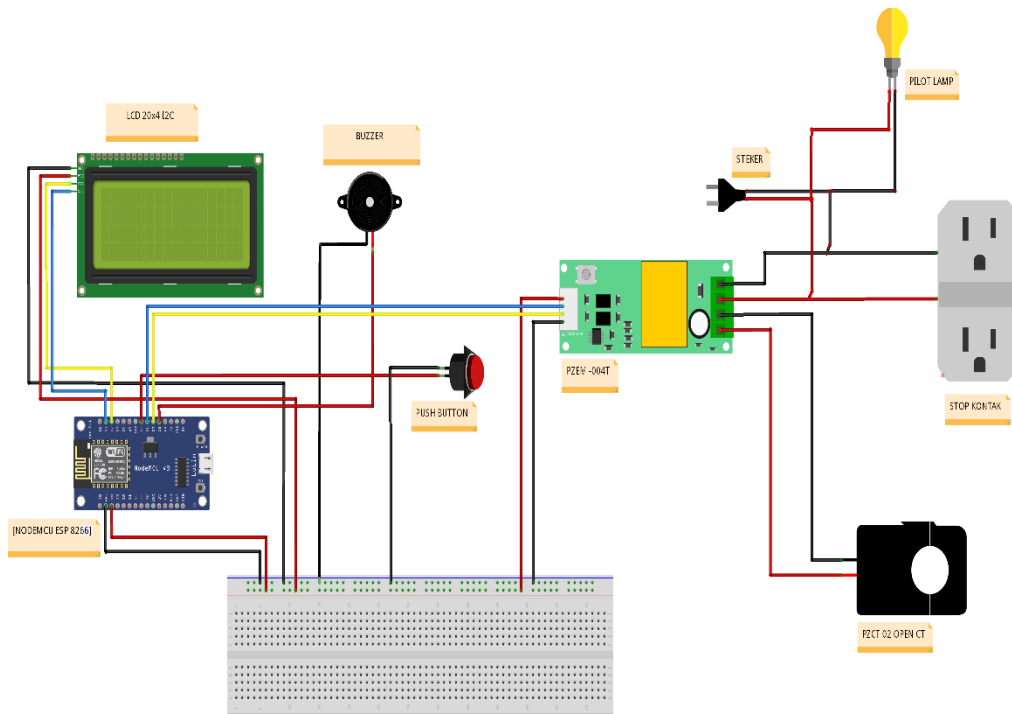
Dalam diagram blok sistem dapat dipresentasikan oleh blok-blok yang menghubungkan fungsi dari masing-masing komponen. Pada Gambar 2 menunjukan keseluruhan dari sistem alat ini, yang meliputi beberapa *input* dan *output*. Mikrokontroler yang bekerja sebagai komponen utama ialah NodeMCU ESP 8266. Setelah menerima *input* dari, NodeMCU ESP 8266 akan memberikan *output* kepada LCD dan Notifikasi *Blynk*.



Gambar 2. Blok Diagram Monitoring KWh Meter

2.2.2 Rangkaian Skematik

Berikut ini adalah rangkaian skematik alat yang menggunakan *software Fritzing*. Rangkaian tersebut merupakan gambar wiring yang menghubungkan antar komponen-komponen menjadi kesatuan. Gambar 2 merupakan skema dari rangkaian sistem monitoring konsumsi energi listrik kWh meter secara *real time* pada rumah tangga berbasis iot. Adapun Gambar 3 merupakan *wiring* dari gambar skema rangkaian.



Gambar 3. Rangkaian Skematik

2.3 Perancangan Software

Pada penelitian ini dibuat perancangan software yang bertujuan agar alur sistem yang dibuat efektif, efisien dan terstruktur dengan baik. Dalam penelitian software yang digunakan adalah *Arduino IDE* dan aplikasi *blynk*. *Arduino IDE* digunakan untuk memprogram mikrokontroler NodeMCU ESP 8266. Sedangkan Aplikasi *Blynk* digunakan untuk memonitoring besaran listrik (tegangan, arus, power faktor, frekuensi, energi, daya dan biaya pemakaian).

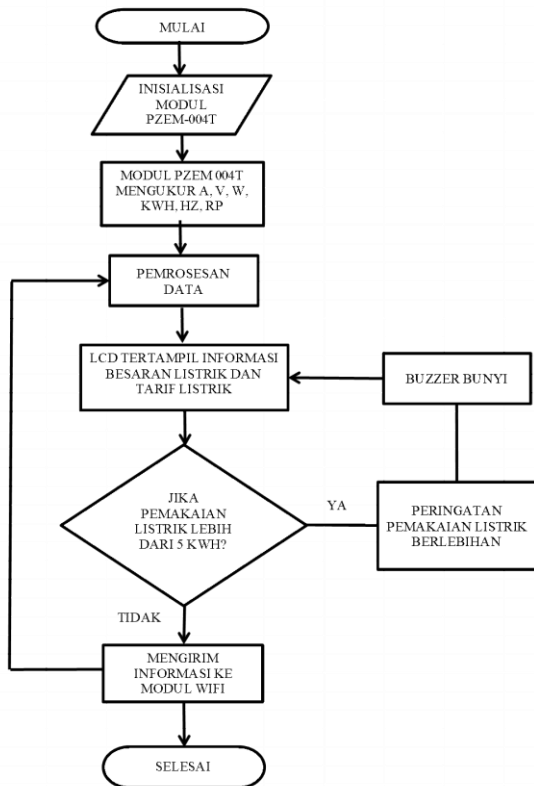
2.3.1 Flowchart Sistem Monitoring

Flowchart pada Gambar 4 menjelaskan sebuah proses kerja dari sistem monitoring konsumsi energi listrik kWh meter secara *real time* pada rumah tangga berbasis iot ketika modul ESP 8266 telah mendapatkan sinyal *wifi*,

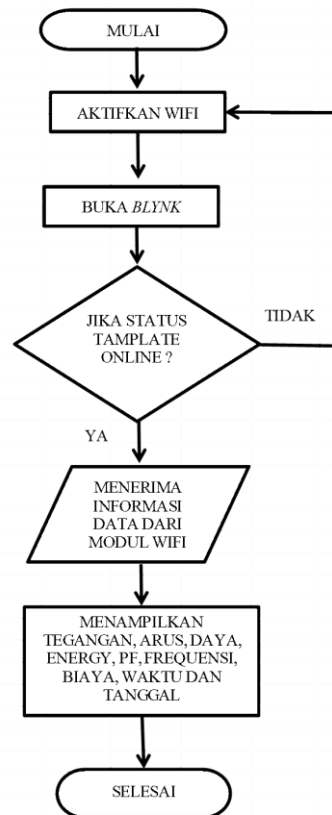
langkah pertama yaitu aktifkan sistem, kemudian setelah sistem aktif LCD akan menampilkan “*Search wifi*” jika muncul maka kata “*connected*” maka modul telah terhubung dengan jaringan internet.

Kemudian sensor PZCT 02 akan mulai mengukur tegangan dan arus kemudian modul PZEM-004T akan menerima data dari sensor PZCT 02 yang kemudian diteruskan NodeMCU ESP 8266. Saat pemrosesan data berlangsung LCD akan menampilkan tegangan, arus, daya, energi, *power factor*, frekuensi, biaya tarif dasar listrik, dan fitur tambahan waktu dan tanggal. Jika pemakaian energi lebih dari yang ditentukan maka buzzer akan aktif selama lima detik sebagai peringatan jika telah menggunakan listrik secara berlebihan.

Sistem akan mengulangi terus menerus dikarenakan sensor mengukur secara *real time*. kemudian modul NodeMCU ESP 8266 akan mengirim data ke *blynk*. Yang nantinya tampilan pada *Blynk* akan sama dengan yang tertampil pada LCD.



Gambar 2. Flowchart Sistem Monitoring

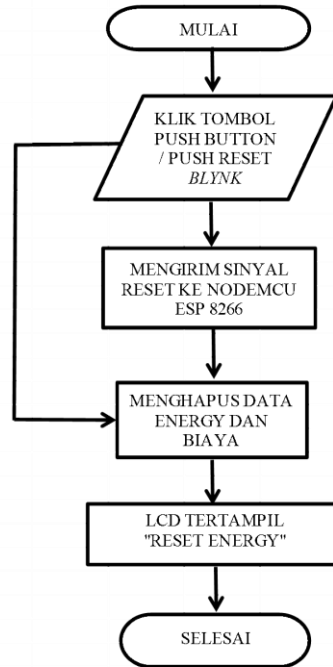


Gambar 3. Flowchart Pengiriman Data ke Blynk

Flowchart pada Gambar 5 ini menjelaskan alur saat proses modul NodeMCU ESP 8266 mengirim data hasil pengukuran ke *Blynk*. dimulai ketika membuka aplikasi *Blynk* status tamplate online maka *Blynk* dapat menampilkan hasil pengukuran dari modul sensor PZEM-004T. tetapi jika status tamplate offline maka *Blynk* tidak dapat menampilkan hasil pengukuran.

2.3.2 Flowchart Reset Energi dan Biaya

Sistem monitoring kWh ini terdapat fitur *reset* energi dan biaya, pada Gambar 6 menjelaskan bagaimana alur dari fitur *reset*, yang dimulai dengan menekan *push button* atau dengan menggunakan *push* pada aplikasi *Blynk* yang *virtual pin* data *stream*-nya sama dengan dengan fitur tombol *reset push button*. Kemudian sistem akan mengirim sinyal ke NodeMCU ESP 8266 untuk menghapus data energi dan biaya. Setelah itu data energi dan biaya terhapus maka lcd akan menampilkan indikator jika data energi dan biaya telah terhapus.



Gambar 4. Flowchart Reset Energi dan Biaya

2.3.3 Perancangan Alat

Tahap perancangan alat sistem monitoring kWh meter yaitu terdiri dari desain alat yang nanti akan dibuat, desain ini dibuat serupa sesauai dengan perencanaan dengan menggunakan aplikasi *Prisma 3D*. setelah mendesain langkah berikutnya adalah menyiapkan komponen-komponen beserta peralatan perkakas, yang kemudian merangkain semua komponen yang dibutuhkan dalam membuat sistem monitoring kWh meter menggunakan NodeMCU ESP 8266 untuk biaya listrik rumah tangga.



Gambar 5. Desain Alat

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Perakitan

Hasil perancangan yang mencakup perancangan blok diagram sistem, sistem monitoring konsumsi energi listrik kWh secara *real time* pada rumah tangga berbasis IoT perancangan *wiring*, perancangan *software* dan perancangan *box* alat. dapat dilihat pada Gambar 7. Pada Gambar 8 adalah hasil perancangan secara keseluruhan yang telah dibuat. Sistem monitoring kWh meter dirancang dari bahan plat besi dengan tebal 2 mm, kemudian LCD, *buzzer*, *pilot lamp*, dan *push button* diletakan dipintu box panel sedangkan stop kontak diletakan di sisi samping box. Sedangkan komponen seperti NodeMCU ESP 8266, PZEM-004T, PZCT-02, terminal listrik dan PCB dirakit ke dalam box panel yang seperti pada Gambar 9.



Gambar 8. Hasil Perakitan Alat



Gambar 9. Box Panel Tampak Dalam

3.2 Pengujian Alat Terhadap Seluruh Beban

Pengujian ini dilakukan apakah sistem hasil perakitan dapat membaca tegangan, arus, daya, power faktor, energi, dan dapat mengkonversi energi ke-biaya. Cara yang digunakan ialah meletakkan sensor PZCT 02 ke salah satu kabel (*fasa/netral*) dari MCB, agar nantinya dapat mengukur seluruh beban yang ada pada rumah.

Setelah muncul besaran listrik pada *blynk* dan LCD maka selanjutnya adalah membandingkan hasil pengukuran sensor yang tertampil pada *blynk* dengan tang *ampere*. Dikarenakan terdapat selisih pengukuran pada sensor alat dengan alat ukur tang *ampere* maka dilakukan perhitungan untuk mengetahui selisih error dan akurasi pada pengujian perbandingan alat dengan alat ukur tang *ampere*.

Tabel 1. Pengujian Perbandingan Tegangan

No	Sensor PZEM-004T (V)	Tang Ampere (V)	Error%	Akurasi
1	215,6	214,7	0,42%	99,58%
2	211,8	213,7	0,89%	99,11%
3	205,9	204,5	0,67%	99,33%
4	217,4	216,1	0,59%	99,41%
5	218,8	216,9	0,87%	99,13%
Rata-rata			0,69%	99,31%

Tabel 2. Pengujian Perbandingan Arus

No	Sensor PZEM-004T (A)	Tang Ampere (A)	Error%	Akurasi
1	0,94	1,09	0,22%	99,78%
2	1,02	1,21	0,19%	99,81%
3	1,31	1,49	0,14%	99,86%
4	1,58	1,71	0,09%	99,91%
5	1,76	1,95	0,11%	99,89%
Rata-rata			0,27%	99,73%

Tabel 3. Pengujian Perbandingan Daya

No	Sensor PZEM-004T (W)	Tang Ampere (W)	Error%	Akurasi
1	203,9	204	0,05%	99,95%
2	207,5	207,8	0,14%	99,86%
3	188	187,4	0,31%	99,69%
4	143,5	142,7	0,55%	99,45%
5	174,7	173,7	0,28%	99,72%
Rata-rata			0,27%	99,73%

Tabel 4. Pengujian Perbandingan Frekuensi

No	Sensor PZEM-004T (Hz)	Tang Ampere (Hz)	Error%	Akurasi
1	49	47	4,1%	95,9%
2	48	49	2,1%	97,9%
3	50	50	0%	100%
4	48	47	2,1%	97,9%
5	50	49	2%	98%
Rata-rata			2,1%	97,9%

Tabel 5. Pengujian Perbandingan Power Factor

No	Sensor PZEM-004T (Power Factor)	Hasil Perhitungan Dengan Rumus	Error%	Akurasi
1	0,82	0,85	3,6%	96,4%
2	0,86	0,85	1,2%	98,8%
3	0,91	0,93	2,2%	97,8%
4	0,92	0,91	1,1%	95,7%
5	0,93	0,92	1,1%	95,7%
Rata-rata			1,8%	98,2%

Tabel 6. Pengujian Perbandingan Energi

No	Waktu	Tampilan Energi Blynk (kWh)			kWh Meter Pascabayar (kWh)			Error (%)	Akurasi
		Awal	Akhir	Selisih	Awal	Akhir	Selisih		
1	00.00 - 06.00	0	0,78	0,78	57,6	58,4	0,8	1%	99%
2	06.00 - 12.00	0,78	2,05	1	58,4	59,7	1,3	2%	98%
3	12.00 - 18.00	2,05	3,33	1,28	59,7	61	1,3	0,90%	99,10%
4	18.00 - 00.00	3,33	4,27	0,94	61	62	1	1,10%	98,90%
5	00.00 - 06.00	4,27	5,06	0,79	62	62,8	0,8	1,10%	98,90%
6	06.00 - 12.00	5,06	6,45	1,39	62,8	64,2	1,4	1%	100%
7	12.00 - 18.00	6,45	7,74	1,29	64,2	65,5	1,3	0%	100%
8	18.00 - 00.00	7,74	8,73	0,99	65,5	66,5	1	1%	99%
Rata-rata								1,50%	98,50%

Setelah dilakukan perbandingan pengukuran pada tiap- tiap besaran listrik selanjutnya adalah hasil estimasi biaya penggunaan listrik per-kWh yang tertampil pada *blynk*. biaya tarif dasar listrik tipe R-1 (Rp. 1.352), R-2 (Rp. 1.444), R-3 (Rp. 1.699) akan dikalikan dengan energi per-kWh. Hasil dari estimasi biaya penggunaan listrik terdapat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Estimasi Biaya Listrik Per-Tipe

No	Energi (kWh)	Tipe biaya tarif dasar listrik		
		R-1	R-2	R-3
1	0,005	Rp. 6	Rp. 7	Rp. 8
2	0,013	Rp.17	Rp. 18	Rp.22
3	0,415	Rp.561	Rp. 599	Rp 705
4	1,003	Rp. 1.356	Rp. 1.448	Rp. 1.704
5	1,530	Rp. 2.068	Rp. 2.209	Rp. 2.599
6	2,272	Rp. 3.071	Rp. 3.280	Rp. 3.860
7	2,860	Rp. 3.866	Rp. 4.129	Rp. 4.859
8	3,136	Rp. 4.239	Rp. 4.526	Rp. 5.328
9	3,690	Rp. 4.988	Rp. 5.328	Rp. 6.269
10	4,000	Rp. 5.408	Rp. 5.766	Rp. 6796

3.3 Pengujian Kecepatan Konektivitas Sistem Dengan Blynk

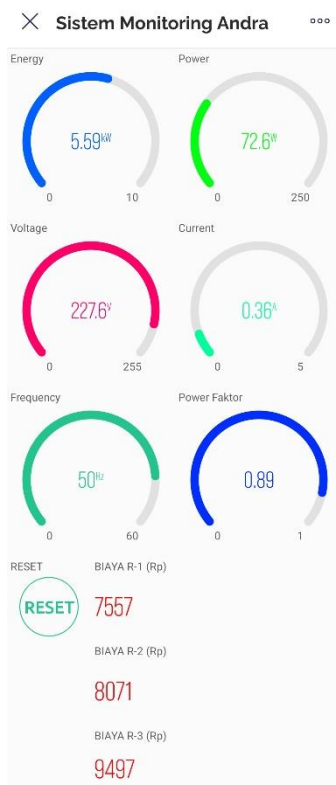
Setelah sistem dapat berjalan dengan baik selanjutnya adalah pengujian kecepatan konektivitas sistem dengan aplikasi *blynk* untuk mengetahui kecepatan *blynk* dalam merespon data yang ada pada LCD. Hasil dari pengujian ini terdapat pada tabel dibawah ini rata-rata kecepatan respon blynk dalam menampilkan data yang ada pada LCD adalah 0,85 detik pada tabel tersebut juga memperlihatkan bahwa durasi terlama sebesar 1,15 dan tercepat adalah 0,60. Durasi kecepatan respon blynk dapat bervariasi disebabkan oleh kestabilan jaringan pada saat pengujian dan ketelitian dalam pengujian.

Tabel 8. Hasil Pengujian Kecepatan Koneksi

No	Waktu LCD menampilkan data	Waktu Blynk menampilkan data	Selisih durasi (s)
1	16.38.00,70	16.38.01,40	0,70
2	16.38.05,48	16.38.06,20	0,72
3	16.39.10,60	16.39.11,40	0,60
4	16.39.38,47	16.39.39,28	0,81
5	16.41.25,35	16.41.26,20	0,85
6	16.43.56,85	16.43.57,64	0,79
7	16.46.48,17	16.46.49,22	1,05
8	16.48.30,68	16.48.31,45	0,77
9	16.50.07,80	16.50.08,95	1,15
10	16.52.27,24	16.52.28,32	1,08
Rata-rata			0,85

3.4 Pengujian Reset

Pada pengujian kali ini adalah melakukan *reset* terhadap nilai energi pada sistem. Reset dilakukan dengan dua cara yaitu dengan menekan tombol *push button* atau dengan *push reset* pada aplikasi blynk. Ketika tombol reset ditekan LCD akan menampilkan kata seperti pada gambar Pada gambar memperlihatkan data energi dan biaya sebelum direset dan pada gambar memperlihatkan ketika data energi dan biaya sesudah direset akan 0 dan ketika data energi dan biaya kosong artinya pengujian ini berhasil.



Gambar 10. Sebelum Direset



Gambar 11. Sesudah Direset

4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan seperti berikut ini :

1. Perancangan Sistem Monitoring Konsumsi Energi Listrik kWh meter Secara *Real Time* Pada Rumah Tangga Berbasis IoT berfungsi sesuai dengan program yang telah dirancang.
2. Modul sensor PZEM-004T yang digunakan dapat membaca variabel besaran listrik seperti tegangan, arus, daya, energi, *power factor*, dan frekuensi dengan baik.
3. Aplikasi *Blynk* sebagai monitoring berbasis IoT dapat bekerja dengan baik. Dapat memantau variable pengujian dengan mudah dan kecepatan dalam merespon data dengan rata-rata durasi *delay* 0.85 detik.
4. Pada pengujian alat dalam mengukur beban saat perbandingan nilai yang dibaca sensor dengan nilai yang dibaca alat ukur, didapat akurasi pengukuran pada tegangan sebesar 99,31%, akurasi arus sebesar 99,73%, akurasi daya sebesar 99,73%, akurasi pada frekuensi 97,9%, akurasi pada *power factor* sebesar 98,2%, akurasi pada energi sebesar 98,50%.
5. Sistem dapat mengkonversi energi kedalam estimasi biaya listrik sesuai dengan tipe tarifnya dengan baik.
6. Sistem dapat mereset nilai energi dan biaya dengan menggunakan push button atau dengan menggunakan *push reset* pada *blynk* dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Habibi FN, Setiawidayat S, Mukhsim M. Alat Monitoring Pemakaian Energi Listrik Berbasis Android Menggunakan Modul PZEM-004T. Pros Semin Nas Teknol Elektro Terap. 1(1):157–162.
- [2] Anugerah YF. Sistem Monitoring Arus Listrik Menggunakan Smartphone Berbasis NodeMCU ESP8266. Vol. 1099. p. 17–22.
- [3] Nusa T, Sompie SRUA, Rumbayan EM. Sistem Monitoring Konsumsi Energi Listrik Secara Real Time Berbasis Mikrokontroler. E-Jurnal Tek Elektro Dan Komput. 4(5):19–26.
- [4] Teknik J, Fakultas E, Universitas T, Padang N. Monitoring Daya Listrik Secara Real Time Deni Adi Putra 1. Riki Mukhaiyar. 8(2):1.