

PROTOTYPE PENGUKUR LISTRIK PINTAR BERBASIS IOT (INTERNET OF THINGS)

Muhammad Sadeli Gazali ¹⁾

Pembimbing I: Pitrasacha Aditya, S.T., M.T. II: Dr. H. Nursobah, S.Kom., M.Kom.

Program Studi Teknik Informatika, STMIK Widya Cipta Dharma
Jl. M. Yamin No. 25, Samarinda, 75123
E-mail : msgazali27@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini membahas pengembangan pengukur listrik pintar yang berbasis Internet of Things (IoT). Dalam era digital ini, kebutuhan akan manajemen energi yang efisien semakin meningkat, dan pengukur listrik pintar dapat menjadi solusi yang relevan. Penelitian ini fokus pada perancangan dan implementasi sistem pengukur listrik yang dapat terhubung dengan jaringan IoT, memungkinkan pengguna untuk memantau dan mengontrol konsumsi energi secara real-time melalui perangkat pintar seperti smartphone atau komputer. Selain itu, skripsi ini juga mengeksplorasi metode otomatisasi dan pengumpulan data yang canggih untuk meningkatkan akurasi pengukuran dan mempermudah analisis konsumsi energi.

Melalui pendekatan penelitian eksperimental, skripsi ini mencakup desain perangkat keras dan perangkat lunak yang terintegrasi dengan sensor-sensor yang dapat mengukur parameter listrik secara akurat. Selanjutnya, sistem ini menggunakan protokol komunikasi IoT untuk mengirimkan data ke platform cloud, di mana pengguna dapat mengakses data tersebut dan mengelolanya secara efisien. Selain pemantauan konsumsi energi, skripsi ini juga mencakup aspek keamanan data dan privasi, dengan mengintegrasikan protokol keamanan yang kuat untuk melindungi informasi sensitif pengguna.

pintar yang dapat meningkatkan kesadaran energi, mengoptimalkan penggunaan listrik, dan pada akhirnya, mendukung upaya untuk menciptakan lingkungan yang lebih berkelanjutan. Dengan implementasi praktis dan hasil evaluasi yang kuat, skripsi ini menjadi landasan bagi pengembangan lebih lanjut dalam menghadapi tantangan terkait manajemen energi di masa depan.

Kata Kunci: Pengukur listrik, *Internet of Things*, Blynk Apps.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan Teknologi yang semakin pesat, sehingga perangkat-perangkat elektronik yang dibuat dan dirancang dapat membantu kebutuhan manusia dalam kehidupan sehari-hari, Perangkat-perangkat elektronik sangat mudah dijumpai di kehidupan manusia sehingga kehadiran perangkat-perangkat elektronik membantu pekerjaan manusia menjadi lebih cepat, efisien, dan efektif. Pada pemakaian perangkat-perangkat elektronik tersebut tentunya memerlukan pasokan energi listrik dan sesuai dengan Undang – Undang Nomor 30 Tahun 2009 tentang ketenagalistrikan yang mengatur mengenai peningkatan tarif dasar listrik dalam rumah tangga maupun industri kecil yang dikarenakan pencabutan subsidi listrik. Sebanyak 23 juta masyarakat Indonesia menikmati subsidi yang diberikan oleh Pemerintah. Penggunaan listrik golongan rumah tangga dengan kapasitas 1.300 VA atau Volt Ampere membayar Rp. 1.444.70 per kilo Watt hour (kWh).

Dilapangan pengguna listrik pascabayar hanya bisa mengetahui berapa jumlah tagihan yang harus dibayar pada saat akan membayar penggunaan listrik di kantor PLN (Perusahaan Listrik Negara), atau

menghitung manual dengan melihat pemakaian listrik pada kWh meter lalu dikalikan dengan tarif yang telah ditetapkan sesuai dengan golongan.

Perlunya dilakukan manajemen konsumsi energi listrik dalam pemakaian, namun dilakukannya manajemen energi listrik tidak cukup hanya menggunakan

kWh meter saja, karena menggunakan kWh meter hanya bertugas untuk memonitor dan membatasi penggunaan listrik secara keseluruhan di rumah, oleh karena itu, dibutuhkan kesadaran untuk benar-benar menghemat dalam pemakaian energi listrik.

Manajemen energi listrik dapat dilakukan dengan melihat konsumsi energi listrik pada angka stand meter kWh, agar bisa dilakukannya penghematan energi listrik dibutuhkan sebuah alat monitoring penggunaan energi listrik. Terpasangnya alat monitoring ini pada jalur listrik yang sudah diisi dengan beban akan memudahkan pengguna dalam melakukan penghematan penggunaan energi listrik dengan melihat tampilan daya (Watt), tegangan (Volt), arus (Ampere), dan biaya pemakaian perangkat elektronik atau beban listrik tersebut. Tentunya alat monitoring ini berbasis

mikrokontroler. Selain itu, alat monitoring ini juga berbasis IoT sehingga pemakaian energi listrik dapat dilihat dari mana saja.

Penelitian yang dilakukan oleh penulis dapat merealisasikan alat monitoring yang berupa prototype. Alat monitoring daya listrik membutuhkan komponen-komponen elektronik, yang mana komponen-komponen elektronik ini yaitu sensor tegangan PZEM-004T, LCD 2x16, Relay, dan NodeMCU ESP 8226. Dari komponen-komponen utama tersebut akan terbuatnya sebuah alat yang dapat memonitoring penggunaan energi listrik dengan mengolah arus dan tegangan listrik yang masuk sehingga besar daya yang dikeluarkan bisa diketahui. Daya yang diketahui tersebut akan dikalkulasikan dengan biaya per kWh nya sehingga dapat diestimasi berapa besar biaya pengeluaran dari penggunaan perangkat-perangkat elektronik atau beban listrik tersebut, Prototype diharapkan akan mempermudah pengguna energi listrik untuk mengetahui berapa besar penggunaan energi listrik dan estimasi biaya.

2. RUANG LINGKUP PENELITIAN

Sesuai latar belakang yang ada diatas, dapat dirumuskan bahwa suatu permasalahan pada penelitian ini yaitu “Bagaimana Prototype Pengukur Listrik Pintar Berbasis IoT (Internet of Things)”

Agar tidak menyimpang dan tetap terarah, maka diperlukan adanya batasan masalah. Batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Sistem pengukur listrik pintar menggunakan NodeMCU sebagai pengendali sistem.
2. Data yang dikirim sesuai program yang diatur pada mikrokontroler menggunakan program Arduino IDE.
3. Menggunakan sensor tegangan listrik PZEM 004-t
4. Menggunakan LCD 16x2 sebagai tampilan pengukuran listrik.
5. Sistem kerja *prototype* menggunakan IoT berbasis arduino dengan konektivitas Blynk sebagai tampilan pengukuran listrik.
6. Data yang akan diketahui berupa daya (*watt*), tegangan (*volt*), arus (*Ampere*) serta estimasi biaya penggunaan listrik.
7. Alat harus terkoneksi ke jaringan internet.
8. Dalam penelitian ini tidak dapat menyajikan histori pemakaian energi listrik baik dalam kondisi energi di reset maupun tidak.
9. Dalam penelitian ini Prototype tidak dapat mengklasifikasikan setiap alat elektronik yang akan dihitung bebannya secara masing-masing.

Adapun tujuan dari penelitian ini untuk Merancang alat yang dapat memonitor penggunaan listrik pada suatu beban, menginstruksikan program yang telah dibuat agar dapat bekerja pada mikrokontroler, dan meningkatkan kesadaran pengguna listrik agar melakukan penghematan

3. BAHAN DAN METODE

Adapun bahan dan metode yang digunakan dalam membangun sistem ini yaitu:

3.1 Metode Pengembangan Sistem

Pada penelitian ini penulis menggunakan metode pengembangan sistem Waterfall, maka berikut adalah penjelasan tentang metode pengembangan sistem Prototyping:

Menurut Mulyani (2016), *prototyping* merupakan pembuatan model sistem yang pembangunan dan pengembangannya dilakukan dengan cepat dengan tujuan melibatkan pengguna pada tahap awal pembangunan sistem. Teknik ini sering digunakan apabila pemilik sistem tidak terlalu menguasai sistem yang akan dikembangkannya, sehingga dia memerlukan gambaran dari sistem yang akan dikembangkannya tersebut

Berikut ini akan diuraikan tahapan-tahapan pengembangan perangkat lunak dengan menggunakan metode Prototyping, yaitu :

1. Pengumpulan Kebutuhan
Tahap ini melibatkan pengumpulan informasi dan kebutuhan dari pengguna, *stakeholder*, dan sumber daya lainnya yang relevan. Data ini digunakan sebagai dasar untuk memulai pengembangan *prototype*.
2. Membangun *Prototyping*
Prototyping melibatkan pembuatan model awal atau versi sederhana dari sistem yang akan dikembangkan. *Prototype* ini biasanya tidak lengkap tetapi berfungsi sebagai representasi visual atau fungsionalitas dasar dari sistem yang akan datang.
3. Evaluasi *Prototyping*
Prototyping dievaluasi oleh pengguna, tim pengembangan, atau pihak terkait lainnya untuk mendapatkan umpan balik tentang kelebihan dan kekurangan desain serta fungsionalitasnya.
4. Mengkodekan Sistem
Setelah *prototype* dievaluasi dan disetujui, langkah selanjutnya adalah mengembangkan sistem secara lengkap. Ini melibatkan penulisan kode, integrasi komponen, dan implementasi fitur sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan
5. Menguji Sistem
Sistem yang telah dikodekan kemudian diuji untuk memastikan bahwa berfungsi seperti yang diharapkan. Tes ini mencakup pengujian fungsional, dan aspek lainnya sesuai dengan kebutuhan sistem
6. Evaluasi Sistem
Setelah pengujian selesai, sistem dievaluasi kembali untuk memastikan memenuhi tujuan ditetapkan. Evaluasi ini membantu dalam mengidentifikasi masalah atau kekurangan yang mungkin perlu diperbaiki.
7. Penggunaan Sistem
Setelah sistem telah dievaluasi dan dianggap memenuhi standar yang diperlukan, sistem

tersebut siap untuk digunakan secara luas oleh pengguna akhir atau pelanggan. Penggunaan sistem dimulai, dan umpan balik lanjutan mungkin masih diterima untuk perbaikan dan pengembangan lebih lanjut.

3.2 Flowchart

Menurut Indrajani (2014), Flowchart mendeskripsikan detail sebuah proses, tahapan dan urutannya secara grafis. Flowchart berisi bagan-bagan yang mempunyai arus yang menggambarkan langkah-langkah penyelesaian suatu masalah. Flowchart dapat didefinisikan sebagai sebuah gambaran yang menjelaskan proses yang akan dilihat atau dikaji. Selain itu, flowchart biasanya digunakan untuk merencanakan tahapan suatu kegiatan. Jadi, flowchart atau bagan alur merupakan metode untuk menggambarkan tahap-tahap penyelesaian masalah (prosedur) beserta liran data dengan symbol-simbol standar yang mudah dipahami.

Flowchart memiliki bentuk diagram alur dan kegunaan dari simbol berikut:

Tabel 1. Simbol Flowchart

Simbol	Nama	Keterangan
	Terminal	Menyatakan permulaan atau akhir suatu program
	Input/Output	Menyatakan proses input atau output tanpa tergantung jenis peralatannya
	Process	Menyatakan suatu tindakan (proses) yang dilakukan oleh komputer
	Decision	Menunjukkan suatu kondisi tertentu yang akan menghasilkan dua kemungkinan jawaban ya / tidak
	Connector	Menyatakan sambungan dari proses ke proses lainnya dalam halaman yang sama
	Offline connector	Menyatakan sambungan dari proses ke proses lainnya dalam halaman yang berbeda
	Predefined process	Menyatakan penyediaan tempat penyimpanan suatu pengolahan untuk memberi harga awal
	Punched Card	Menyatakan input berasal dari kartu atau output ditulis ke kartu
	Punch Tape	Berfungsi untuk input atau output yang menggunakan pita kertas berlubang
	Document	Mencetak keluaran dalam bentuk dokumen (melalui printer)
	Flow	Menyatakan jalannya arus suatu proses

Sumber: Indrajani (2014), Algoritma dan Pemrograman

3.3 Blynk Apps

berfungsi untuk membuat *project* aplikasi menggunakan bermacam variasi *widget* yang telah disediakan. Namun, batas penggunaan *widget* dalam satu akun hanya 2000 *energy*. *Energy* tersebut dapat ditambah dengan membelinya melalui *playstore*.

3.4 Internet Of Things (IOT)

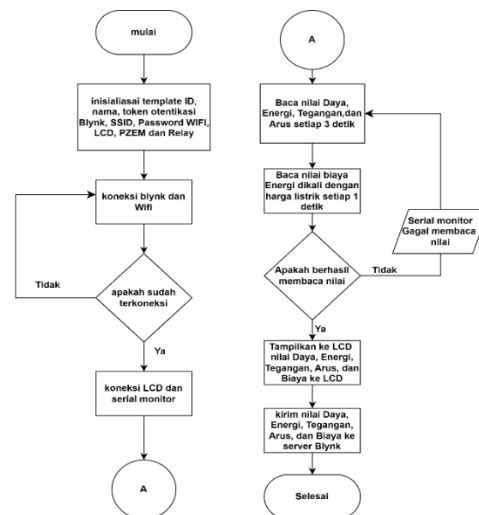
Menurut Hardyanto (2017), IoT (Internet of Things) dapat didefinisikan sebagai kemampuan yang dimiliki berbagai perangkat (*device*) untuk bisa saling terhubung dan saling bertukar data satu sama lain dengan menggunakan jaringan internet. IoT juga merupakan sebuah teknologi yang memungkinkan adanya sebuah pengendalian, komunikasi, serta kerjasama dengan berbagai perangkat keras, data melalui jaringan internet.

Sehingga bisa dikatakan bahwa Internet of Things adalah ketika kita menyambungkan sesuatu (*things*) yang tidak dioperasikan oleh manusia ke internet. Namun IoT bukan hanya terkait dengan pengendalian perangkat melalui jarak jauh, tetapi bagaimana IoT bisa berbagi data, memvirtualisasikan segala hal nyata ke dalam bentuk digital.

4. RANCANGAN SISTEM

Analisis Sistem pada *prototype* ini menggunakan *Flowchart*, dan Blok Diagram sebagai salah satu cara untuk mempermudah dalam pengembangannya.

4.1 Flowchart Sistem

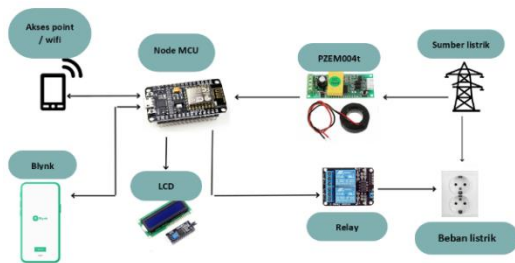


Gambar 2. Flowchart Sistem

- 1) Sistem dimulai
- 2) inisialisasi perangkat keras yang terdiri dari sensor tegangan listrik, LCD, dan relay, kemudian inisialisasi perangkat lunak yang terdiri dari Blynk server
- 3) Sistem akan otomatis mencari sambungan wi-fi yang sebelumnya telah dikonfigurasi.
- 4) Jika sistem gagal mendapatkan jaringan wifi yang telah dikonfigurasi maka sistem akan kembali mencoba menghubungkan wifi
- 5) Setelah menemukan sambungan wi-fi Tegangan listrik 220V masuk melalui sensor PZEM 004-t dan diproses pada mikrokontroler

- 6) Koneksi alat ke LCD dan serial monitor
- 7) Sensor akan membaca nilai daya, energi, tegangan, dan arus yang nantinya akan di proses oleh mikro kontroller node MCU
- 8) Jika gagal membaca maka mikro kontroler mengirimkan tulisan ke serial monitor "Gagal membaca nilai"
- 9) Jika sensor berhasil membaca nilai-nilai tersebut maka data akan dikirim ke LCD
- 10) Kemudian sistem akan mengirimkan informasi nilai berupa hasil daya, energi, tegangan, arus dan biaya ke blynk sever agar dapat dilihat melalui aplikasi blynk.
- 11) Pengguna akan mendapatkan notifikasi berupa pemberitahuan perangkat yang terhubung pada aplikasi blynk telah *online* atau telah dapat digunakan.
- 12) Sistem selesai

4.2 Blok Diagram



Gambar 1. Blok Diagram

Dalam gambar 1. Blok Diagram merupakan gambar yang membantu dalam memahami struktur dan oprasi sistem agar mudah dipahami, Melalui blok diagram *prototype* pengukur tegangan listrik berbasis IoT, kita akan dapat memahami dengan lebih baik bagaimana alat tersebut bekerja secara keseluruhan dan bagaimana integrasi teknologi Internet of Things (IoT) memberikan keunggulan dibandingkan dengan rancangan alat pengukur tegangan listrik konvensional

- 1). NodeMCU Esp 8266
NodeMCU Esp 8266 berfungsi memberikan WiFi sebagai penghubung jaringan Internet yang nantinya akan mengirimkan data serta memberikan kontrol dari mana saja.
- 2). Sensor tegangan listrik PZEM 004-t
Sensor PZEM 004-t berfungsi sebagai penghitung jumlah tegangan , daya, serta arus listrik yang digunakan
- 3). LCD 16X2 I2C
LCD berfungsi sebagai media untuk menampilkan informasi hasil perhitungan tegangan listrik yang didapatkan melalui sensor PZEM 004 dan diproses melalui mikrokontroller NodeMCU
- 4). PowerSuplly 12V

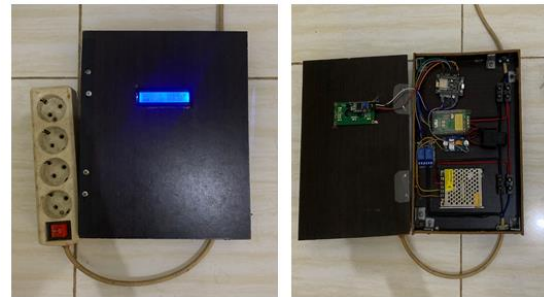
powersupply digunakan untuk meberikan daya kepada NodeMCU agar keseluruhan alat yang terdapat pada rangkaian *Prototype* dapat menyala dan bekerja.

- 5). *Relay*
Relay berfungsi untuk mengatur aliran atau volt listrik pada suatu jaringan listrik yang nantinya akan diberikan beban untuk dihitung.
- 6). *Access Point / WiFi*
Berfungsi untuk memenuhi jaringan internet yang dituturkan oleh NodeMCU ESP 8266 untuk menghubungkan Blynk yang tersambung dengan NodeMCU sebagai penerima perintah dan pengirim data

5. IMPLEMENTASI

5.1 Keseluruhan Alat

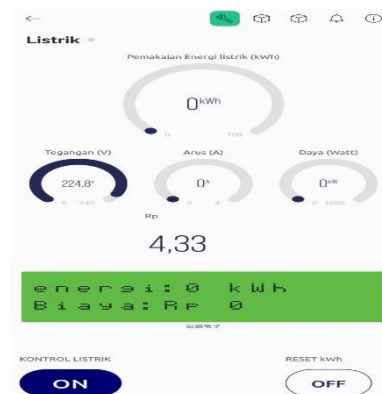
Setelah *Prototype* dibangun yang diikuti oleh proses proses sebelumnya maka dilakukan tahap Evaluasi *Prototype*, dimana pada tahapan ini didapatkan beberapa perubahan dan tampilan keseluruhan alat seperti yang ada pada gambar dibawah



Gambar 2. Tampilan keseluruhan alat

Proses kerja dari pengukur listrik, seperti yang terlihat pada Gambar 2, dimulai dengan arus listrik 220V yang melewati sensor tegangan PZEM004-t pada kondisi ini, tegangan diukur untuk menghitung pemakaian listrik dalam satuan kWh (*kilowatt-hour*). Selanjutnya pengguna dapat mengontrol nyala dan pemutusan listrik melalui fungsi kontrol yang tersedia pada aplikasi Blynk, kemudian arus listrik dapat diteruskan ke terminal, di mana akan diberikan suatu beban yang akan dihitung daya dan pemakaiannya.

5.2 Proses kerja aplikasi Blynk



Gambar 3. Tampilan aplikasi Blynk

Blynk berfungsi sebagai aplikasi pengaktifan jalur listrik dan mereset jumlah listrik yang digunakan serta memberikan informasi jumlah pemakaian listrik dan biaya yang harus dibayar, sehingga lebih memudahkan bagi penggunaannya dan menjadikan pembayaran lebih transparan.

Pada gambar 3. Tampilan aplikasi Blynk merupakan tampilan dari *interface* pada server aplikasi Blynk berikut adalah penjelasannya :

1. Pemakaian Listrik, untuk mengetahui pemakaian listrik dalam hitungan kWh
2. Tegangan, memberikan informasi berapa tegangan listrik dalam Volt
3. Arus, menampilkan berapa arus yang digunakan dalam satuan Ampere
4. Daya, menampilkan pemakaian daya listrik dalam satuan Watt
5. Biaya, menghitung biaya penggunaan listrik dalam satuan kWh dikali dengan tarif yang telah ditentukan yaitu Rp. 1.444.70
6. *Button* kontrol listrik, berfungsi untuk mengaktifkan atau mematikan aliran listrik
7. *Button* Reset kWh, berfungsi untuk mereset data kWh pada server Blynk dan pada LCD.

5.3 Pengujian Blackbox

Pengujian menggunakan sistem *blackbox* digunakan untuk menguji sistem yang baru saja dibuat, dan metode ini berfokus pada pengujian terhadap persyaratan fungsional perangkat. Dalam pengujian *blackbox*, perangkat dianggap sebagai "kotak hitam" di mana uji coba difokuskan pada input yang diberikan dan output yang dihasilkan tanpa memperhatikan rincian implementasi internal.

Tabel 2. pengujian black box

No	Pengujian sistem	Tujuan yang ingin dicapai	Reaksi sistem	Hasil uji
1	Tekan tombol "kontrol listrik Off"	Tombol <i>off</i> kontrol listrik akan memutus aliran listrik	Kontrol listrik <i>off</i> , aliran listrik diputus	Valid
2	Tekan tombol "kontrol listrik on"	Tombol <i>on</i> kontrol listrik akan mengaktifkan aliran listrik	Kontrol listrik <i>on</i> , aliran listrik diaktifkan, listrik dapat digunakan	Valid
3	Tekan tombol "reset kWh off"	Menghitung jumlah penggunaan kWh listrik	Reset kWh <i>off</i> , menjumlahkan pemakaian kWh listrik	Valid
4	Tekan tombol "reset kWh on"	Mereset data kWh pada server Blynk dan LCD	Mereset harga dan pemakaian kWh listrik	Valid

5.4 Pengujian persentase error

Hasil pengujian dibawah merupakan hasil perbandingan dan persentase error dari pengukuran tegangan, arus, dan daya dari perhitungan alat multimeter dan Sensor tegangan PZEM.

Tabel 3. pengujian tegangan (V) nilai rata-rata error

No	Alat ukur multimeter (V)	Sensor PZEM (V)	Selisih	Persentase error (%)
1	218	220,5	2,5	0,011
2	219	220,8	1,8	0,008
3	220	221,2	1,2	0,005
4	219	221,4	2,4	0,011
5	218	221,5	3,5	0,016
6	221	221,3	0,3	0,001
7	220	221,7	1,7	0,008
8	220	221,9	1,9	0,009
9	220	220	0	0,000
10	220	221,8	1,8	0,008
Error rata rata				0,008

Tabel 4. pengujian arus (A) PZEM 004t

Jenis beban	Daya (Watt)	Alat ukur multimeter (A)	Sensor PZEM (A)	Persentase Error(%)
Setrika	350	1,51	1,50	0,007
Bola lampu	5	0,06	0,04	0,333
Cas laptop	300	0,6	0,59	0,017
Hair dryer	1000	3,75	3,72	0,008
Catokan rambut	40	0,39	0,39	0,000
Kipas	45	0,11	0,12	0,083
Pemanas air	450	1,9	1,89	0,005
Pemasak nasi	395	1,99	1,97	0,010
Cas hp	20	0,05	0,05	0,000
Error rata-rata				0,051

Tabel 5. pengujian arus (A) nilai rata-rata error

No	Alat ukur multimeter (A)	Sensor PZEM (A)	Selisih (A)	Persentase Error (%)
1	0,27	0,28	0,01	0,036
2	0,27	0,27	0,00	0,000
3	0,27	0,28	0,01	0,036
4	1,5	1,5	0,00	0,000
5	1,51	1,49	0,02	0,013
6	1,51	1,5	0,01	0,007
7	1,51	1,5	0,01	0,007
8	1,51	1,5	0,01	0,007
9	1,98	1,96	0,02	0,010
10	1,98	1,97	0,01	0,005
Error rata-rata				0,012

Tabel 6. Pengujian daya (Watt) PZEM 004t

Jenis beban	Daya pada nameplate beban (Watt)	Perhitungan daya alat ukur multimeter (Watt)	Sensor PZEM (Watt)	Persentase error (%)
Setrika	350	328,35	330,1	0,005
Bola lampu	5	13,2	8,8	0,333
Cas laptop	300	132	129,8	0,017
Hair dryer	1000	825	818,4	0,008
Catokan rambut	40	85,5	85,5	0,000
Kipas	45	24,2	26,4	0,083
Pemanas air	450	418	415,8	0,005
Pemasak nasi	395	437,8	433,4	0,010
Cas hp	20	11	11	0,000
Error rata rata				0,051

Tabel diatas menunjukkan beberapa percobaan pengukuran Tegangan (*Voltase*), Arus (*Ampere*) dan Daya (*Watt*) dengan menggunakan alat multimeter dan Sensor tegangan maka didapatkan hasil error rata rata pengukuran tegangan sebesar 0.008%, arus sebesar 0.012%, dan daya sebesar 0.051%. Penting untuk dicatat bahwa nilai rata-rata error dalam setiap pengujian berada di bawah nilai toleransi yang tertera pada sensor, yaitu 0.5%.

Hal ini menunjukkan bahwa sistem pengukuran yang dikembangkan memiliki tingkat akurasi yang baik, dengan nilai error yang tetap berada dalam batas toleransi yang diberikan oleh sensor.

Kesesuaian antara nilai rata-rata error dan batas toleransi menandakan kehandalan sistem dalam memberikan hasil pengukuran yang akurat dan dapat diandalkan.

Dengan demikian, hasil tersebut mendukung keberhasilan pengembangan sistem pengukuran dan menunjukkan bahwa alat tersebut dapat memberikan hasil yang dapat diandalkan sesuai dengan standar toleransi yang ditetapkan.

6 KESIMPULAN

Dengan adanya hasil penelitian yang dilaksanakan dan berdasarkan rancangan yang telah dibahas pada bab-bab sebelumnya, mampu memberikan solusi yang efektif dan efisien dalam pemantauan konsumsi listrik secara real-time. Sistem ini tidak hanya memungkinkan pengguna untuk mengakses informasi penggunaan listrik melalui perangkat seluler atau komputer, tetapi juga memberikan peringatan dini mengenai potensi gangguan atau konsumsi yang berlebihan. Dengan demikian, pengguna dapat mengambil tindakan yang diperlukan untuk mengoptimalkan penggunaan energi, yang pada akhirnya dapat mengurangi biaya listrik dan mendukung upaya konservasi energi, maka dapat disimpulkan bahwa *prototype* pengukur listrik pintar berbasis IoT (*Internet of Things*) :

1. *Prototype* pengukur listrik ini mampu memberikan informasi pengukuran daya, tegangan, arus dan estimasi biaya penggunaan listrik berdasarkan konsumsi listrik dan tarif yang telah ditetapkan.
2. *Prototype* pengukur listrik ini berfungsi dengan baik. Setiap komponen alat, seperti sensor tegangan PZEM 004t dan relay, dapat beroperasi sesuai dengan fungsinya masing-masing keseluruhan sistem, termasuk sensor tegangan dan *relay* telah melewati pengujian dengan hasil yang Valid, menunjukkan bahwa alat ini dapat diandalkan dan memenuhi ekspektasi yang telah ditetapkan. Keberhasilan fungsi setiap komponen merupakan indikasi yang baik bahwa desain dan implementasi *prototype* telah sesuai dengan tujuan yang diinginkan.

3. ada *prototype* ini komunikasi antara pengguna dan perangkat menggunakan aplikasi Blynk serta koneksi internet sehingga kontrol dan notifikasi alat dapat dilakukan dari mana saja.
4. Dengan adanya pengukuran penggunaan listrik serta estimasi biaya ini memberikan solusi dalam upaya penghematan energi serta pengelolaan biaya.

7 SARAN

Adapun saran-saran yang dapat diberikan pada peneliti selanjutnya yaitu sebagai berikut :

1. Menambahkan tombol fisik untuk mereset jumlah penggunaan kWh.
2. Menambahkan modul yang dapat mendeteksi kebocoran listrik agar pengguna dapat mengetahui keamanan jaringan listrik tersebut.
3. Menyediakan *database* yang dapat menampilkan penggunaan listrik baik dalam kurun waktu harian, mingguan maupun bulanan.
4. Menggunakan ukuran LCD yang lebih besar agar dapat menampilkan banyak data dalam waktu yang sama.
5. Menambahkan informasi data yang lebih lengkap seperti daya reaktif (VAR), daya semu (VA), faktor daya, dan frekuensi (Hz).
6. Menambahkan fitur yang dapat mengganti golongan tarif yang telah ditetapkan oleh penyedia jasa yaitu PLN (Perusahaan Listrik Negara) agar pengguna dapat menyesuaikan perhitungan penggunaan biaya dengan mudah.
7. Sebaiknya diberikan fitur yang dapat memutuskan aliran listrik secara otomatis jika mencapai angka penggunaan yang telah ditetapkan agar pengguna dapat menghemat penggunaan listrik.
8. Dikarenakan widget pada aplikasi Blynk yang terbatas, disarankan agar penulis selanjutnya menambahkan fitur historis penggunaan energi. Fitur ini akan memungkinkan pengguna melacak dan memantau pola penggunaan energi secara harian, mingguan, dan bulanan, sehingga membantu mereka mengelola konsumsi energi dan membuat keputusan efisiensi yang lebih bijaksana.
9. Menggunakan lebih dari satu modul sensor listrik untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan penggunaan listrik dari berbagai alat elektronik, agar dapat melihat dengan lebih detail dan spesifik tentang penggunaan listrik masing-masing alat elektronik yang ingin dianalisis. Dengan demikian, menggunakan lebih dari satu modul sensor listrik tidak hanya memungkinkan untuk melihat penggunaan listrik yang berbeda dari setiap alat elektronik secara individual, tetapi juga untuk menjumlahkan total penggunaan listrik secara keseluruhan dengan lebih akurat dan mendetail.

8 DAFTAR PUSAKA

- Abel, Ischandra Abel. 2019. *Prototipe Sistem Lampu Lalu Lintas Menggunakan Sensor Inframerah Yang Terintegrasi Android*. Pekanbaru: Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- Ardiansyah, Agus. 2020. *Monitoring Daya Listrik Berbasis Iot (Internet Of Things)*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia
- Ardyanto, Bagus. 2019. *Pengukuran Tegangan, Arus Dan Daya Listrik Menggunakan Perangkat Telepon Pintar. 15 Februari 2019*.
- Danang, Danang, Ekky Fredian, Dan Iman Saufik Sausana. 2022. *Prototipe Alat Keamanan Rumah Internet Of Things (Iot) Berbasis Nodemcu Esp8266 Dengan Esp32 Cam Dan Kombinasi Sensor Menggunakan Telegram*. Jurnal Universal Teching; Vol 1.No 1. Semarang: Universitas Sains Dan Teknologi Komputer.
- Ikhfa, Anne F & Muldi Yuhendri .2022. *Monitoring Pemakaian Energi Listrik Berbasis Internet Of Things*. Jurnal Teknik Elektro Indonesia : Vol 3 No.1, 27 Mei 2022
- Pela, Maria F & Rully Pramudita. 2021. *Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Berbasis Iot Pada Rumah Dengan Menggunakan Aplikasi Blynk*. Journal Of Technology Information : Vol 7 No.1, Juni 2021.
- Putra, R. Dkk. 2020. *Rancang Bangun Sistem Meteran Listrik Prabayar Berbasis Android*. Jurnal Amori :Vol 1 No.2, 2022
- Putra, Yudha Utomo. 2019. *Implementasi Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Pada Beban*. Medan: Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara
- Prasetyadana, Febriansah Eka. 2020. *Implementasi Internet Of Things (Iot) Pada Budidaya Jamur Tiram*. Jember: Universitas Jember.
- Siregar, Deswita Adlyani. 2020. *Rancang Bangun Alat Pengawas Pemakaian Listrik Rumah Tangga Menggunakan Sistem Internet Of Things (Iot) Terintegrasi Web Dan Telegram*. Pekanbaru: Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- Supraptomo,S. 2019. *Perancangan Alat Monitoring Biaya Penggunaan Listrik Pada Kios Pedagang Kaki Lima Berbasis Sms*. Medan: Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara
- Wijaya,Yahya Dwi. 2021. *Pengujian Blackbox Sistem Indormasi Penilaian Kinerja Karyawan PT INKA (PERSERO) Berbasis Equivalence Partitions*, Jurnal Digital Teknologi Informasi. Vol:4 No.1 2021
- Yolanda, Vanny. 2021. *Rancang bangun prototype jemuran pakaian otomatis berbasis arduino UNO R3*.Medan: Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara.
- Zulpa, Ariefman. 2015. *Protptype Monitoring Pengukuran Beban Dan Biaya Arus Listrik Dengan Mikrokontroler Arduino Pada Pelanggan Pascabayar berbasis Web*. Jakarta: Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.