

## DESAIN ALAT PENGONTROL ENERGI LISTRIK DIGITAL BERBASIS INTERNET OF THINGS

Nur Aminah<sup>1)</sup>, Rusdi Wartapane<sup>1)</sup>, Dharma Aryani<sup>1)</sup>, Herman Yani<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Dosen Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

<sup>2)</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang

### ABSTRACT

The use of postpaid (conventional) kilo Watt hour (kWh) meters often creates risks between consumers and PT PLN (Persero). This is due to the manual recording system which causes inaccuracies in recording the consumption of electrical energy for consumers. The purpose of this research is to design an electrical energy controller that is easy to monitor, thorough, and accurate. This research is based on IoT using Arduino, PZEM-004T Module, wemos, and real time clock as a microcontroller. The advantage of this tool is that it supports consumers to be able to turn on/off (on/off) the household electrical system remotely, automatically overload or short circuit and can find out the amount of current, voltage, power and energy/cost used. It is hoped that this tool can be an alternative for consumers in saving electrical energy and monitoring the use of electrical energy in households with a very high level of measurement accuracy. This research will be part of the completeness of the student learning module in the control system subject of the Electronic Engineering study program majoring in Electrical Engineering at the State Polytechnic of Ujung Pandang (PNUP).

**Keywords:** *KWH-meter, IoT, Daya, Energi*

### 1. PENDAHULUAN

Salah satu penyebab munculnya ribuan komplain dari pelanggan kepada pihak PT PLN adalah membengkaknya tagihan listrik secara tiba-tiba. Tagihan yang membengkak umumnya dirasakan oleh konsumen pasca bayar non-subsidi. Kenaikan tagihan yang dialami oleh pelanggan pascabayar terjadi karena ada selisih pencatatan tagihan rekening di bulan sebelumnya, yang semuanya dibebankan pada tagihan berjalan. Ketidakakuratan pencatatan oleh pihak PLN disebabkan karena system pencatatan yang masih dilakukan secara manual. Dampak yang ditimbulkan dari kesalahan pencatatan bukan saja kepada konsumen tetapi juga kepada pihak PLN. Konsumen akan membayar lebih besar jika hasil pencatatan meteran listrik pada kilo watt hour (kWh) lebih besar dari yang sebenarnya. Sebaliknya, pihak PLN akan rugi jika pencatatan lebih kecil dari jumlah pemakaian. Walaupun pada nantinya akan di bayar kembali oleh konsumen tetapi akan berdampak pada pembayaran konsumen pada bulan berikutnya dan juga muncul ketidakpercayaan masyarakat kepada pihak PLN.

Penelitian ini merancang sebuah alat yang mampu menggantikan KWH meter analog dalam mencatat energi listrik dan MCB elektronik yang dapat mengamankan instalasi listrik serta dapat dikendalikan dari jarak jauh dengan *interface* komunikasi *Internet of Things (IoT)*.

Penelitian ini dapat membantu masyarakat untuk melihat jumlah energi listrik yang telah digunakan pada bulan berjalan sehingga dapat mengendalikan penggunaan energi listriknya. Penelitian ini juga dapat membantu penyedia energi listrik sehingga tidak perlu mencatat dari rumah ke rumah. Penelitian ini memungkinkan bagi konsumen untuk bisa menghidupkan/mematikan (*on/off*) sistem kelistrikan rumah tangga dari jarak jauh serta bisa mengetahui besarnya arus, tegangan, daya, dan energi/biaya yang terpakai. Penelitian ini akan dijadikan modul pembelajaran untuk melengkapi modul praktikum matakuliah Sistem Kendali pada program studi Teknik elektronika jurusan Teknik elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang (PNUP).

Studi komparasi terhadap KWH meter pascabayar dan KWH meter prabayar (Gunawan et al., 2018), dimaksudkan untuk mengetahui akurasi pengukuran dari KWH meter pascabayar dan KWH meter prabayar. Sampel penelitian didasarkan pada golongan tarif listrik yang bervariasi yaitu listrik rumah tangga, industri, UMKM dan perkantoran. Dari hasil komparasi tersebut diperoleh, untuk KWH meter pascabayar analog dan digital mempunyai rata-rata kesalahan akurasi sebesar 3,252% dan 4,176%, sedangkan KWH meter prabayar mempunyai rata-rata kesalahan akurasi sebesar 1,186%. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa KWH meter prabayar mempunyai tingkat ketelitian yang lebih tinggi daripada KWH meter pascabayar.

**Arduino** (gambar 1) dikatakan sebagai sebuah *platform* dari *physical computing* yang bersifat *open source*, baik untuk hardware maupun software-nya (Saro et al., 2018). Hal inilah yang memikat hati banyak orang.

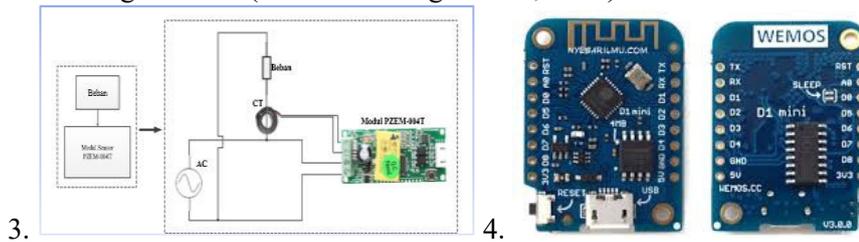
<sup>1</sup> Korespondensi penulis: Nur Aminah, Telp 082196789050, nuraminah\_elka@poliupg.ac.id



Gambar 1. Arduino Mega 2560 Pro Extra Mini; 2. Modul PZEM-004T

**Modul Energi PZEM-004T** (gambar 2) adalah sebuah modul sensor multifungsi yang berfungsi untuk mengukur daya, tegangan, arus dan energi yang terdapat pada sebuah aliran listrik (Makhabbah & Agung, 2020).

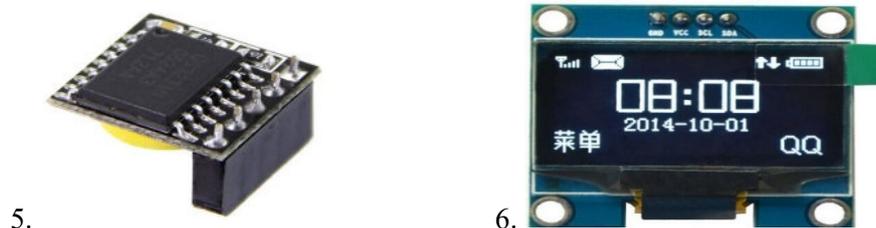
Konfigurasi antara beban dengan sensor (gambar 3) merupakan konfigurasi bagian input yang terdiri dari sensor PZEM004T dengan beban (Indrawan & Agussalim, 2020).



Gambar 3. Konfigurasi antara Sensor PZEM-004T dengan Beban; 4. Wemos D1 Mini

**Wemos** (gambar 4) merupakan salah satu modul board yang dapat berfungsi dengan arduino khususnya untuk *project* yang mengusung konsep IoT (Kusuma & Mulia, 2018).

**Real Time Clock (RTC)** (gambar 5) pada sistem ini memiliki fungsi sebagai penyimpan waktu agar tidak selalu berubah ketika sistem tidak dialiri arus listrik (Zulfikri et al., 2017).



Gambar 5. RTC DS 3231; 6. LCD OLED

**LCD OLED** (gambar 6). Teknologi OLED menggunakan zat yang memancarkan cahaya merah, hijau, biru atau putih. Tanpa sumber penerangan lain, bahan OLED menghadirkan video dan gambar yang terang dan jernih yang mudah dilihat di hampir semua sudut. Meningkatkan material organik membantu mengontrol kecerahan dan warna cahaya. (Yeh et al., 2019)

Pengembangan Inventor dimodifikasi oleh keyakinan dan perspektif edukasi yang kuat bahwa pembelajaran aktif pemograman (secara visual) dapat menjadi wahana untuk memicu ide-ide baru dan kreatif. (Bastian et al., 2016)

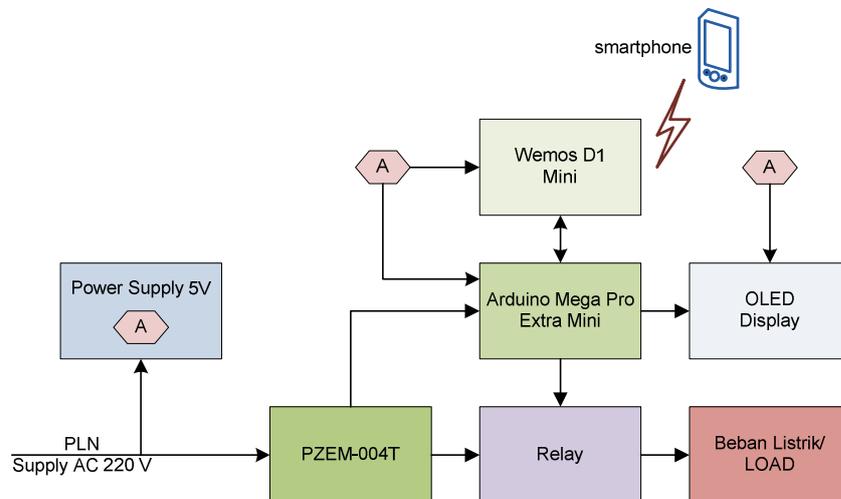
**Android** adalah sistem operasi untuk telepon seluler yang berbasis Linux (Kuswanto & Radiansah, 2018). Android menyediakan platform yang bersifat open source bagi para pengembang untuk menciptakan sebuah aplikasi. Awalnya, Google Inc. mengakuisi Android Inc. yang mengembangkan software untuk ponsel yang berada di Palo Alto, California Amerika Serikat. (Kusniyati & Sitanggang, 2016).

## 2. METODE PENELITIAN

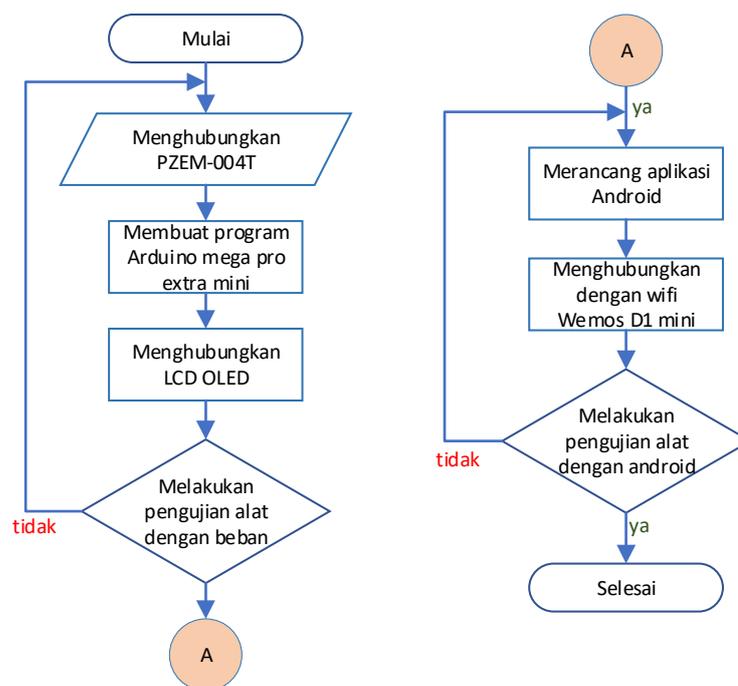
Pada penelitian ini, ujicoba dilakukan menggunakan beban peralatan rumah tangga. Oleh karena itu, MCB elektronik diset pada arus nominal 6A atau setara dengan daya 1300VA.

Alat pengontrol energi listrik digital sebagai KWH meter digital dapat mengontrol pemakaian energi listrik konsumen menggunakan PZEM-004T sebagai sensor pembacaan arus, tegangan, daya, dan energi yang terpakai. RTC sebagai pembaca waktu otomatis, dan wemos D1 mini sebagai modul tambahan pada Arduino Mega Pro Extra Mini dalam pemantauan jarak jauh dengan menggunakan jaringan internet.

Dengan Alat pengontrol energi listrik digital diperoleh data pada aplikasi *smartphone* yang memiliki keterlambatan data dengan alat, dikarenakan tunda waktu pada alat agar memiliki waktu refresh data sebelum mengirim data berikutnya. Alat ini memiliki jarak jangkauan tak terbatas dengan memanfaatkan jaringan internet.



Gambar 7. Blok Diagram Perancangan Hardware



Gambar 8. Diagram Alir Penelitian

Pada penelitian ini, pengujian yang dilakukan adalah: Pengujian Arduino Mega Pro Extra Mini, Pengujian LCD OLED, Pengujian Sensor Arus dan Tegangan (Modul PZEM-004T), Pengujian Wemos D1 Mini, Pengujian Alat dan Beban, Pengujian Alat dengan Android, Tampilan di *Smartphone*, Pengujian dengan membandingkan pencatat energi listrik digital dengan alat ukur standart yaitu KWH meter analog.

**Luaran:** Alat Pengontrol Energi Listrik Digital Berbasis Internet of Things

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

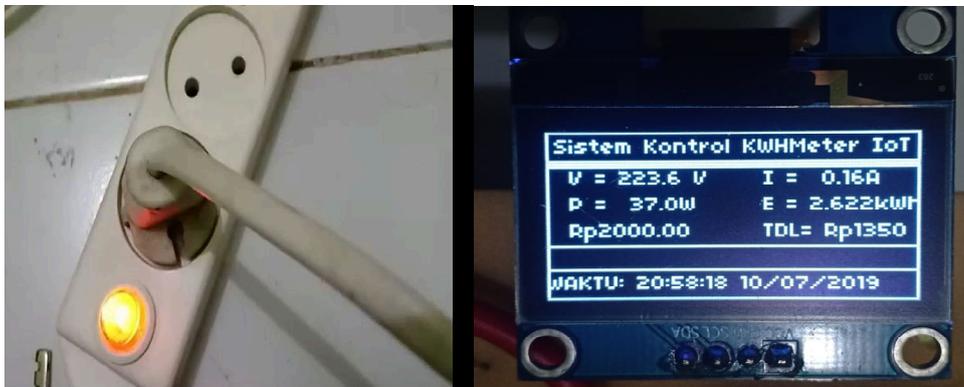
**Rangkaian sistem kontrol KWH meter** didesain menggunakan software Altium Designer.

**Aplikasi Android (App Inventor).** Aplikasi IoT menggunakan app inventor yang merupakan suatu sistem perangkat lunak untuk membuat aplikasi pada perangkat android, dengan sistem pemrogramannya menggunakan interaksi visual berbasis grafis (gambar 9).



Gambar 9. Desain App Inventor

**Alat dan Beban.** Pada pengujian ini, sebelum diberikan beban, maka pada alat belum menampilkan data-data. Ketika alat diberi beban seperti kipas angin, *rice cooker*, dispenser yang arus dan energinya tidak terlalu fluktuatif, maka akan terlihat data-data pada LCD oled yang akan mengalami perubahan setiap waktu terutama pada pemakaian. Semakin lama semakin bertambah nilainya, dengan demikian maka pengujian alat dan beban dapat berfungsi dengan baik (gambar 10).



Gambar 10. Pengujian Alat dan Beban

**Alat dengan Android.** Alat rancangan sistem kontrol KWH meter satu phasa berbasis internet of things ini diuji dengan cara menyiapkan terlebih dahulu koneksi internet melalui jaringan wi-fi kemudian memastikan bahwa ArduinoMega Pro Extra Mini mendapat tegangan suplay sebesar 5 volt dan menghubungkan terminal input dengan tegangan 220 volt. Dengan demikian, alat akan ‘on’ dan secara otomatis terhubung ke internet dan membuka aplikasi yang telah dibuat di App Inventor pada *smartphone* dengan membandingkan data-data tegangan, arus, daya, dan energi yang tampil pada LCD oled dan data yang ada pada *smartphone* (gambar 11).



Gambar 11. Pengujian Alat dan Android

Apabila data yang tampil sama, maka dapat dikatakan bahwa alat dapat berfungsi. Jika ingin meng-‘on/off’-kan alat, maka cukup dengan menekan tombol on/off pada aplikasi *smartphone*.

**Tampilan di Smartphone.** Data yang tampil pada *smartphone* harus sesuai dengan data yang ditampilkan pada LCD oled. Adapun tampilan pada *smartphone* dilihat pada gambar 12.

**Prosedur kerja.** [1] Menyiapkan koneksi internet melalui jaringan wi-fi dengan nama SSID dan password sama dengan program pada software Arduini IDE. Ketika alat dinyalakan, maka alat akan otomatis terhubung ke jaringan wifi yang disiapkan. [2] Menghubungkan Arduino Mega Pro Extra Mini pada tegangan suplay 5 volt, kemudian menghubungkan terminal L-IN dan N-IN langsung pada PLN 1 Fasa dengan tegangan kerja 220 volt, dengan begitu alat akan menyala secara otomatis dan LCD akan menampilkan data-data tegangan, arus, daya, dan energi yang telah dikeluarkan oleh terminal L-OUT dan N-OUT yang menuju ke beban. [3] Data-data tegangan, arus, daya dan pemakaian yang tampil pada LCD akan sama dengan data-data pada aplikasi *smartphone android*. Pada aplikasi, dengan cara menekan tombol power dan tombol yang sesuai nama pada data tersebut, misalnya data tegangan dan data yang lainnya. [4] Waktu yang digunakan pada alat dan *smartphone* otomatis meskipun listrik padam ataupun tidak terkoneksi dengan wifi. [5] Parameter V merupakan besaran tegangan yang masuk dan yang keluar, I merupakan besaran arus yang melewati alat rancangan yang akan menuju ke beban, P merupakan besaran daya yang sedang terpasang pada beban, E merupakan besaran jumlah penggunaan energi yang digunakan selama sebulan. Parameter dengan simbol Rp, merupakan besar tarif dasar listrik yang akan berubah sesuai dengan jumlah pemakaian listrik yang telah diatur pada alat rancangan. [6] Sistem pengontrolannya dilakukan menggunakan *smartphone* dengan menekan tombol on/off dengan memastikan bahwa koneksi internet terhubung, yang akan menghubungkan dan memutuskan beban. Ketika beban telah diputuskan, maka alat akan tetap menyala.



Gambar 12. Tampilan pada *Smartphone*

Tabel Hasil pengujian alat dan beban

No.	Jenis Beban	Tegangan (Volt)	Arus (Amp)	Daya (Watt)	Energi (KWh)	LCD
1	Rice cooker	228.6 V	0.00 A	0.0 W	1.327	V: 227.8, P: 0.0 , I: 0.00 , E:1.327
		228.0 V	0.12 A	30.0 W	1.327	V: 228.5, P: 28.0 , I: 0.12 , E:1.327
		225.7 V	0.12 A	28.0 W	1.428	V: 225.0, P: 28.0 , I: 0.12 , E:1.427
2	Kipas Angin	219.7 V	0.00 A	0.0 W	0.453	V: 220.0, P: 0.0 , I: 0.00 , E:0.453
		219.3 V	0.13 A	31.0 W	0.454	V: 218.8, P: 31.0 , I: 0.14 , E:0.453
		225.6 V	0.14 A	36.0 W	0.555	V: 224.8, P: 35.0, I: 0.15 , E:0.554
3.	Dispenser	226.1 V	0.00 A	0.0 W	2.11	V: 226.0, P: 0.0 , I: 0.00 , E:2.11
		221.3 V	1.46 A	325.0W	2.18	V:221.7, P:326.0, I: 1.46, E: 2.16
		225.4	0.00 A	1.0 W	2.141	V: 226.0, P: 1.0 , I: 0.00 , E:2.14

#### 4. KESIMPULAN

1. Telah dirancang sebuah sistem pengontrolan monitoring KWH meter untuk pelanggan satu phasa berbasis IoT yang menggunakan Arduino Mega Pro Extra Mini sebagai pengontrol utama dan sensor PZEM-004T sebagai sensor yang mengukur tegangan, arus, daya dan energi yang terpakai, serta dapat dipantau/monitoring melalui *smartphone* dengan memanfaatkan jaringan internet sehingga dapat dikontrol dari jarak jauh. Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran menggunakan alat hasil rancangan dengan hasil alat ukur standar.
2. Telah dilakukan pengujian seluruh komponen dan fungsinya. Hasilnya menunjukkan bahwa dari alat tersebut diperoleh data pada aplikasi *smartphone* yang memiliki keterlambatan data dengan alat, dikarenakan tunda waktu pada alat agar memiliki waktu *refresh* data sebelum mengirim data berikutnya.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bastian, H. B., Lumenta, A. S. M., & Sugiarto, B. A. (2016), "Perancangan Aplikasi Pembelajaran Pengenalan Komputer Berbasis Android", E-Journal Teknik Elektro Dan Komputer, 5(3).
- [2] Gunawan, D., Shalahuddin, Y., & Erwanto, D. (2018), "Studi Komparasi Kwh Meter Pascabayar Dengan Kwh Meter Prabayar Tentang Akurasi Pengukuran Terhadap Tarif Listrik Yang Bervariasi", Setrum: Sistem Kendali-Tenaga-Elektronika-Telekomunikasi-Komputer, 7(1), 158–168.
- [3] Indrawan, A. W., & Agussalim, (2020), "Pemanfaatan Jaringan Listrik Tegangan Rendah Sebagai Media Pembawa Perintah Kendali Peralatan Listrik Rumah Tangga", Prosiding Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat, 146–152.
- [4] Kusniyati, H., & Sitanggang, N. S. P. (2016), "Aplikasi Edukasi Budaya Toba Samosir Berbasis Android", Harni Kusniyati1, Nicky Saputra Pangondian Sitanggang, 9(1), 9–18.
- [5] Kusuma, T., & Mulia, M. T. (2018), "Berbasis, Perancangan Sistem Monitoring Infus R2, Mikrokontroler Wemos D1", Konferensi Nasional Sistem Informasi 2018.
- [6] Makhabbah, H., & Agung, A. I. (2020), "Rancang Bangun Sistem Monitoring Konsumsi Daya Listrik Dan Pemutus Daya Otomatis Berbasis Internet", Achmad Imam Agung, 09(01).
- [7] Saro, F. S., Sompie, S. R. U. A., & Allo, E. K. (2018), "Rancang Bangun Alat Simulasi Latihan Menembak Berbasis Arduino Uno", Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer, 7(3), 251–258.
- [8] Yeh, C.-H., Lo, K. S.-H., & Lin, W. (2019), "Visual-Attention-Based Pixel Dimming Technique For Oled Displays Of Mobile Devices", Ieee Transactions On Industrial Electronics, 66(9), 7159–7167.
- [9] Zulfikri, Sari, M. I., & Susanti, F. (2017), "Implementasi Sensor Arus Dan RTC ( Real Time Clock ) Pada Sistem Pengontrol Penerangan Rumah Dengan Memanfaatkan IoT ( Internet of Things )", E-Proceeding of Applied Science, 1762–1766.

#### 6. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan, khususnya kepada institusi Politeknik Negeri Ujung Pandang yang telah mendanai penelitian ini sehingga dapat terlaksana dengan baik dan tepat pada waktunya.