

PENGENDALIAN DAN PEMANTAUAN PEMAKAIAN ENERGI LISTRIK MENGUNAKAN TEKNOLOGI BLUETOOTH

Fiqqih Faizah¹, Suwito², Lady Silk Moonlight³, Revayanto Eka Primadi⁴

^{1,3,4}Politeknik Penerbangan Surabaya, Surabaya

²Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya

E-mail: fiqqihfaizah@poltekbangsby.ac.id

Abstrak

Pemakaian energi listrik konsumen dapat diketahui dari KWH meter pelanggan. Pemasangan KWH meter tersebut biasanya disertai dengan pemasangan alat proteksi berupa MCB dan sekering. MCB berfungsi untuk memutus aliran listrik jika terjadi gangguan hubung singkat atau beban lebih pada instalasi, sedangkan sekering berfungsi sebagai pengaman dan akan putus apabila MCB tidak bekerja dengan baik. Penyambungan arus kembali dan pemantauan daya konsumsi energi listrik dapat dilakukan dengan mendatangi lokasi dan bersentuhan langsung dengan perangkatnya. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk membuat desain alat yang dapat melakukan pengendalian dan pemantauan terhadap pemakaian energi listrik dengan memanfaatkan teknologi *Bluetooth*. Teknologi *Bluetooth* dipilih sebagai antisipasi keterbatasan jaringan komunikasi pada lokasi. Desain alat menggunakan mikrokontroler Arduino Mega 2560 sebagai pengontrol sistem. Pembacaan arus dan tegangan dilakukan oleh sensor ACS712 dan sensor tegangan ZMPT101B. Apabila arus yang melewati relai melebihi nilai yang telah ditentukan, maka relai untuk memutuskan aliran listrik. Nilai konsumsi beban dapat dipantau dari Android yang sekaligus dapat digunakan untuk mengatur arus referensi proteksi yang diinginkan. Pengendalian relai secara manual juga dapat dilakukan menggunakan perangkat yang sama. Tampilan antar muka pada android dibuat menggunakan aplikasi MIT APP Inventor.

Kata Kunci : Android, MIT APP Inventor, Arduino Mega2560, *Bluetooth*

Abstract

The consumption of electrical energy consumption can be monitored from the KWH meter. The KWH meter is usually installed alongside with the protective equipments in the form of an MCB and fuse. The MCB serves to cut off the current supply when short circuit or overload are occurred in the circuit, while the fuse functions as a safety and will break if the MCB does not work properly. The reconnection of current and the electrical power consumption monitoring can be done by visiting the location and held in direct contact with the equipments. Therefore, this research was conducted to design a device that can control and monitor the use of electrical energy by utilizing Bluetooth technology. Bluetooth technology was chosen to anticipate the limitations of the communication network at the location. The design of the tool uses an Arduino Mega 2560 microcontroller as a system controller. Current and voltage readings are carried out by the ACS712 sensor and the ZMPT101B voltage sensor. If the current through the relay exceeds a predetermined value, the relay will cut off electricity. The load consumption value can be monitored from Android which can also be used to set the desired protection reference current. Manual control of the

relay can also be performed using the same device. The interface on Android is made using the MIT APP Inventor application.

Keywords: Android, MIT APP Inventor, Arduino Mega2560, Bluetooth

PENDAHULUAN

Penghitungan pemakaian energi listrik oleh konsumen dilakukan oleh perangkat yang disebut KWH (*Kilo Watt Hour*) meter. Pemasangan perangkat ini biasanya disertai dengan alat proteksi instalasi listrik berupa MCB (*Miniatur Circuit Breaker*) dan sekering yang dipasang setelah KWH meter. Jika terjadi gangguan pada instalasi baik dikarenakan hubung singkat (*short circuit*) atau beban berlebih (*over load*), maka MCB akan memutuskan aliran listrik. Namun, sensitivitas kinerja MCB berbeda – beda tergantung kualitas pabrikannya. Saat terjadi gangguan listrik dan MCB tidak bekerja dengan baik, maka hal ini akan menyebabkan sekering putus sehingga aliran listrik juga akan terputus. Untuk menyambungkan kembali aliran listrik kembali ke beban, maka sekering yang putus harus diganti dengan yang baru. Hasil penghitungan pemakaian energi listrik diinformasikan pada badan KWH meter, tetapi informasi tersebut hanya dapat diakses dengan melihat tampilan informasinya secara langsung. Pada KWH meter digital, informasi data yang ditampilkan telah dilengkapi sisa kuota listrik dan konsumsi listrik *real time*, tetapi pengaksesan informasinya juga tetap harus dilakukan dengan melihat monitor pada badan KWH meter. KWH meter juga belum memiliki sistem alarm atau notifikasi yang memberitahukan apabila terjadi masalah seperti hubung singkat atau arus berlebih pada beban yang terpasang. [8]

Berdasarkan kondisi tersebut, beberapa penelitian telah dilakukan untuk membantu mempermudah pemantauan dan pengendalian konsumsi energi listrik menggunakan teknologi tepat guna yang dapat diaplikasikan oleh masyarakat. Penelitian-penelitian tersebut antara lain dilakukan dengan memanfaatkan aneka sensor untuk memantau konsumsi daya listrik dan mengetahui besaran pembayaran konsumsi energi listrik yang digunakan [1][2][4][5], hingga menambahkan sistem pengendalian secara otomatis baik secara sistem tertanam maupun secara remote dari jarak jauh [3][4][6]. Berbagai bentuk penelitian tersebut masih memiliki kelebihan dan kekurangan dilihat dari sudut pandang yang biaya dan kepraktisan yang berbeda antara peneliti dan konsumen dari sisi. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan mengambil objek pemantauan dan pengendalian konsumsi energi listrik dengan memanfaatkan teknologi *Bluetooth* yang dapat ditemukan pada peralatan telepon seluler yang sudah menjadi peralatan kebutuhan umum di masyarakat. Dengan demikian, teknologi yang dibuat dapat membantu meringankan pengeluaran biaya dari sisi konektivitas alat.

Penelitian ini dirancang untuk menghasilkan desain alat pengendalian dan pemantauan pemakaian energi listrik dengan memanfaatkan teknologi *Bluetooth* dan telepon pintar Android. Teknologi *Bluetooth* dipilih karena memiliki kemampuan komunikasi nirkabel meskipun terdapat keterbatasan pada jarak. Selain itu, *Bluetooth* tidak memerlukan pulsa atau kuota internet, hanya perlu mendekatkan perangkat ke objek yang akan dihubungkan. Dengan demikian, setiap perangkat Android dapat digunakan untuk memeriksa informasi pada perangkat pengendali dan memantau konsumsi energi listrik pada perangkat yang berbeda. Data yang dapat diakses pada Android meliputi data beban *real time*, sistem notifikasi, pengaturan nilai arus referensi untuk setting relai pengaman, serta penyambung dan pemutus relai untuk suplai ke beban.

1. Relai

Relai merupakan saklar yang digerakan secara elektromagnetik dan merupakan komponen elektromekanikal yang terdiri dari 2 bagian utama, yaitu bagian elektromagnet (kumparan/koil) dan bagian mekanikal (seperangkat kontak saklar). Relai bekerja menggerakkan kontak saklar dengan memanfaatkan prinsip elektromagnetik yang dengan menggunakan arus listrik yang kecil dapat menghantarkan arus listrik yang bertegangan lebih tinggi. Susunan paling sederhana terdiri dari kumparan kawat penghantar yang dililit pada inti besi. Bila kumparan diberi energi, armatur yang berfungsi sebagai pengungkit mekanisme sakelar magnet akan ditarik medan magnet yang terbentuk oleh kumparan. Selain menggunakan elektromagnet, relai telah dikembangkan sebagai relai *solid state* dan relai numerik. Pengaturan relai *solid state* dan relai numerik lebih mudah daripada pengaturan relai elektromagnet. [7]

2. Arduino Mega2560

Arduino Mega 2560 merupakan papan mikrokontroler besutan Arduino yang menggunakan chip mikrokontroler ATmega2560 yang dapat diprogram menggunakan *software* Arduino. Papan mikrokontroler ini memiliki 54 pin digital I/O, 16 *input* analog, 4 UART, koneksi USB, header ICSP, tombol reset dan ruang sketsa yang lebih besar daripada papan Arduino jenis lain sehingga dapat dimanfaatkan untuk proyek yang membutuhkan banyak pin *input* dan *output* serta memori. Setelah mikrokontroler diprogram, perangkat yang menggunakan alat ini dapat dijalankan secara mandiri sesuai fungsi aplikasinya. [9][10]

3. Sensor ACS712

Sensor Arus ACS712 ACS712 merupakan sensor arus yang bekerja berdasarkan efek medan. Sensor arus ini dapat digunakan untuk mengukur arus AC maupun DC. Modul sensor ini telah dilengkapi dengan rangkaian penguat operasional, sehingga sensitivitas pengukuran arusnya meningkat dan dapat mengukur perubahan arus yang kecil. Pada umumnya, aplikasi sensor ini biasanya

digunakan untuk mengatur kecepatan motor, deteksi beban listrik, sistem catu daya, dan serta aplikasi untuk proteksi pembebanan.

4. Sensor ZMPT101B

Sensor tegangan ZMPT101b merupakan sebuah sensor yang diaplikasikan untuk berbagai macam fungsi salah satunya dapat digunakan untuk memantau nilai tegangan sumber arus bolak-balik AC yang terdapat pada dua buah titik dalam sebuah rangkaian. Sensor ZMPT101b ini dapat mengukur tegangan listrik yang berkisar antara 110-250V AC dengan fitur sistem aktif transformator, kompatibel dengan arduino ataupun mikrokontoller AVR, serta dapat langsung disambungkan dengan sumber listrik tegangan PLN 220V.

5. *Bluetooth*

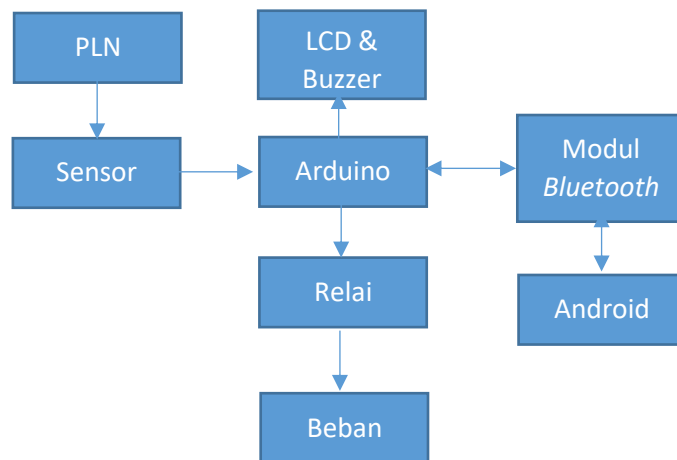
Bluetooth adalah sebuah teknologi komunikasi *wireless* (nirkabel / tanpa kabel) berbasis frekuensi radio yang beroperasi dalam pita frekuensi 2,4 GHz *unlicensed ISM (Industrial, Scientific and Medical)* dengan menggunakan sebuah *frequency hopping tranceiver* yang mampu menyediakan layanan komunikasi data dan suara secara *real time* antara *host-host bluetooth* dengan jarak jangkauan layanan yang terbatas. Teknologi *Bluetooth* terkini dapat digunakan pada komunikasi dengan jarak maksimal 10 meter dan dapat ditemukan dalam bentuk modul yang dapat dengan mudah diintegrasikan penggunaannya dengan perangkat-perangkat lain.

METODE

Alat yang dibuat menggunakan Arduino Mega2560 sebagai otak pengontrolan sistem. Data arus dan tegangan konsumsi energi listrik *real time* diperoleh dari hasil deteksi sensor arus ACS712 dan sensor tegangan ZMPT101B. Alat akan mengendalikan suplai listrik ke beban melalui pengendalian kontak pada modul relai. Relai akan bekerja secara otomatis untuk memutus arus listrik apabila arusnya melebihi arus referensi yang ditentukan. Sebagai papan informasi pada perangkat, sebuah LCD disematkan untuk menampilkan data-data pembebanan *real time*. Perangkat juga dilengkapi dengan buzzer sebagai penanda bahwa terjadi gangguan pada sistem instalasi listrik.

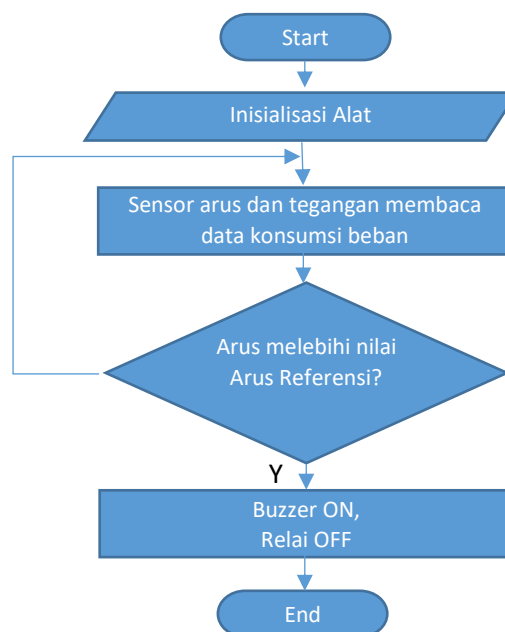
Informasi pembebanan listrik akan diteruskan ke telepon pintar bersistem Android melalui jaringan komunikasi nirkabel *Bluetooth*. Selain menampilkan data *real time*, aplikasi *human machine interface* (HMI) di Android juga dapat digunakan untuk mengatur nilai arus referensi batas keamanan suplai listrik ke beban. Tampilan aplikasi juga dapat digunakan untuk memantau dan mengendalikan kondisi operasional relai secara manual. Jika terjadi arus berlebih sehingga relai dalam kondisi OFF, maka relai dapat dibuat menjadi ON melalui tombol yang tersedia di tampilan Android. Dan sebaliknya, relai pada kondisi ON dapat dijadikan OFF dengan menekan tombol yang telah ditentukan.

Desain diagram balok alat selengkapnya pada sistem ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Balok Alat

Prinsip kerja alat dapat dilihat pada diagram alir di Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Diagram Alir Prinsip Kerja Alat

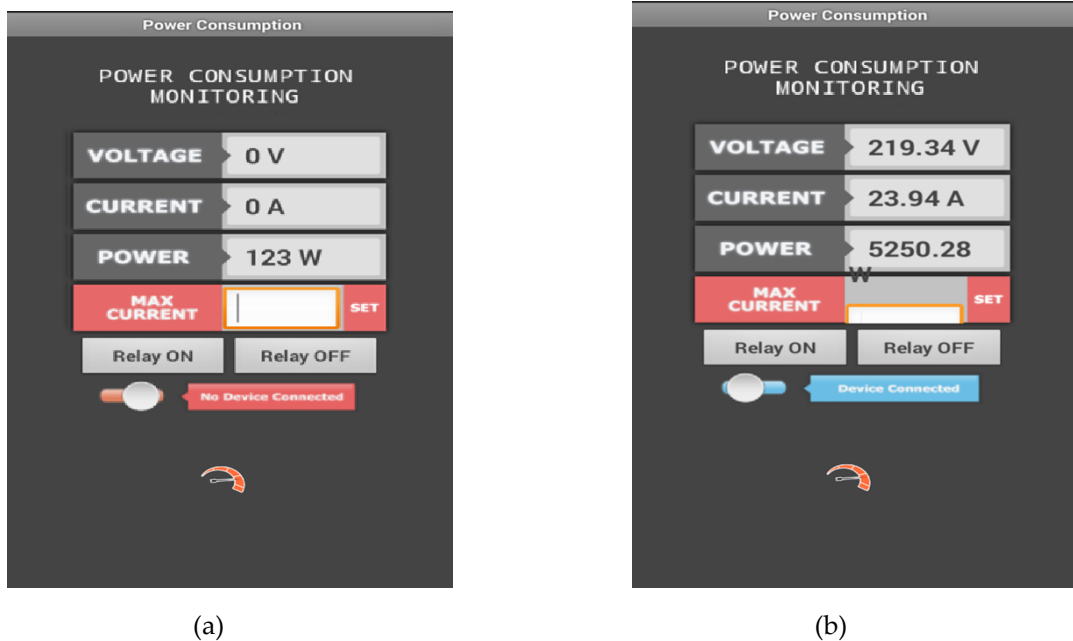
Pengendalian juga dapat dilakukan secara manual dengan menekan tombol pada tampilan Android yang akan diteruskan ke relai untuk memutuskan atau menghubungkan suplai arus listrik.

Pembangunan Aplikasi Android

Aplikasi tampilan di Android dibuat dengan menggunakan *software* APP MIT Inventor. Data-data yang ditampilkan meliputi data tegangan, arus, dan daya *real time* beban. Terdapat pula kolom untuk memasukkan nilai arus referensi yang digunakan untuk membatasi arus listrik yang disuplai ke beban.

Apabila terdapat alat pengendalian dan pemantauan konsumsi energi listrik yang terhubung ke Android, maka indikator akan menampilkan warna biru. Sebaliknya, jika tidak ada alat yang terhubung ke Android, maka indikatornya berwarna merah.

Gambar 2 menampilkan contoh tampilan pada aplikasi di Android yang terdiri dari contoh saat perangkat tidak terkoneksi ke alat Gambar 2.a yang tidak menampilkan nilai arus dan tegangan, serta contoh saat Android terhubung ke alat (Gambar 2.b) yang menampilkan data arus, tegangan, dan daya.



Gambar 3. Tampilan aplikasi pada telepon pintar Android:

- a. Tampilan saat tidak ada perangkat yang terkoneksi dan tidak ada beban yang terbaca, serta
- b. Tampilan saat ada perangkat yang terkoneksi dan ada data beban yang terbaca..

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian alat dimaksudkan untuk membuktikan kinerja alat yang dibuat dan untuk mengetahui efektivitas pemakaian alat tersebut dalam pemantauan pemakaian beban. Pengujian dilakukan dengan menggunakan data arus referensi yang berbeda sebagai acuan. Adapun beban divariasikan secara serupa untuk masing-masing arus referensi. Data hasil pengujian alat disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Beban dan Arus Referensi

Arus Referensi (A)	Beban		Kondisi Relai	Kondisi Buzzer
	Jenis	Arus (A)		
0,15	Kipas Angin	0,13	ON	ON

Arus Referensi (A)	Beban		Kondisi Relai	Kondisi Buzzer
	Jenis	Arus (A)		
	Lampu 40 W	0,49	OFF	OFF
	Solder	0,64	OFF	OFF
	Kipas Angin	0,13	ON	ON
0,5	Lampu 40 W	0,49	ON	ON
	Solder	0,64	OFF	OFF
	Kipas Angin	0,13	ON	ON
0,67	Lampu 40 W	0,49	ON	ON
	Solder	0,64	ON	ON
	Kipas Angin	0,13	ON	ON

Data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa dengan pengendalian pemakaian energi listrik sesuai dengan nilai arus referensi yang ditentukan berjalan dengan baik. Alat tersebut juga dapat dimanfaatkan sebagai alat proteksi pada instalasi jaringan listrik.

Tabel 2. Hasil Pengujian Konektivitas Sistem *Bluetooth*

Jarak (m)	Informasi Konsumsi Energi Listrik	Perintah Pengendalian Manual
2	<i>Terpantau</i>	<i>Terkirim</i>
4	<i>Terpantau</i>	<i>Terkirim</i>
6	<i>Terpantau</i>	<i>Terkirim</i>
8	<i>Terpantau</i>	<i>Terkirim</i>
10	<i>Terpantau</i>	<i>Tidak Terkirim</i>
12	<i>Tidak Terpantau</i>	<i>Tidak Terkirim</i>

Keektifan jarak jangkauan konektivitas *Bluetooth* ditunjukkan pada Tabel 2. Teknologi ini memiliki keterbatasan pada jarak jangkauan sekitar 10 meter dari posisi keberadaan pemasangan alat. Meskipun memiliki keterbatasan jarak, namun teknologi ini lebih murah karena tidak memerlukan biaya maupun tambahan alat lain untuk sistem konektivitasnya apabila dibandingkan dengan sistem koneksi nirkabel lain, semisal SMS yang memerlukan pulsa atau internet yang memerlukan jaringan wifi.

PENUTUP

Energi listrik merupakan kebutuhan yang vital bagi masyarakat. Di sisi lain, energi listrik juga memiliki resiko bahaya tinggi apabila tidak memenuhi standar keamanan yang telah ditentukan, selain juga adanya tagihan pembayaran listrik yang berpotensi melebihi anggaran pengeluaran. Adanya alat pengendalian dan pemantauan pemakaian energi listrik yang didesain pada penelitian ini dapat membantu memberikan proteksi terhadap gangguan hubung singkat dan arus berlebih pada instalasi jaringan listrik, serta menampilkan data pembebanan secara *real time*. Dengan demikian, konsumen energi listrik dapat mengawasi pemakaian konsumsi energi listriknya. Kepraktisan alat ditunjang

dengan penggunaan teknologi *Bluetooth* yang tidak memerlukan jaringan koneksi tambahan meskipun jarak jangkauannya berkisar ± 10 meter.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, A., & Amri, H. (2019). Prototipe Monitoring Arus dan Tegangan Menggunakan SMS Gateway. *Multitek Indonesia*, 13(1), 16-23.
- Melipurbowo, B. G. (2016). Pengukuran Daya Listrik *Real Time* Dengan Menggunakan Sensor Arus ACS. 712. *Orbith: Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa dan Sosial*, 12(1).
- Pratama, Y.A. (2015). *Rancangan Pengisian Pulsa kWh Meter Prabayar dengan Menggunakan SMS Gateway Berbasis Arduino sebagai Trainer di ATKP Surabaya*. Surabaya: ATKP Surabaya Press.
- Rahayu, Y., & Hidayat, M. I. (2019). Bluetooth Based Home Control and Real-Time Energy Consumption Monitoring System through Smartphone. *International Journal of Electrical, Energy and Power System Engineering*, 2(3), 5-9.
- Rahman, G.N. (2020). *Prototipe Alat Monitoring Arus, Tegangan, Daya, KWH dan Estimasi Pembayaran Energi Listrik Berbasis Mikrokontroler dan Notifikasi melalui Pesan Singkat*. Surabaya: ATKP Surabaya Press.
- Rizaldi, R., & Djufri, S. U. (2018). Perancangan ATS (*Automatic Transfer Switch*) Satu Fasa Menggunakan Kontrol Berbasis *Relay* dan *Time Delay Relay* (TDR). *Journal of Electrical Power Control and Automation (JEPCA)*, 1(2), 59-64.
- Salim, A. T. A., Susanto, F., Wennas, A. F., Firdausi, H., Prasetya, R., Pangestu, M. A., ... & Novia, P. (2020). Otomatisasi Saklar Kendaraan Bermotor Roda 2 Berbasis Sistem Sensor Pendeteksi Suara Nirkabel sebagai Pengganti Saklar Konvensional. *Jurnal Energi dan Teknologi Manufaktur (JETM)*, 3(01), 1-4.
- Schneider. (2021). Apa Itu KWH Meter?. Diambil dari <https://www.se.com/id/id/faqs/FA409989/>.
- Siswanto, S., Anif, M., Hayati, D. N., & Yuhefizar, Y. (2019). Pengamanan Pintu Ruangan Menggunakan Arduino Mega 2560, MQ-2, DHT-11 Berbasis Android. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, 3(1), 66-72.
- Syahwil, Muhammad, 2013. *Panduan Mudah Simulasi & Praktek Mikrokontrol Arduino*. Yogyakarta: Penerbit Andi, pp. 74-75.