

## Rancang Bangun Sistem *Relay On-Off* untuk Peningkatan Efisiensi Konsumsi Energi Listrik Rumah Tangga

Reski Nur Alif Baang<sup>1</sup>, Vinni Meylinda<sup>2\*</sup>, Syarifuddin Nojeng<sup>3</sup>, Yusan Naim<sup>4</sup>, Andi Syarifuddin<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup>Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Indonesia

Email: <sup>1</sup>03320220071@umi.ac.id; <sup>2</sup>03320220060@umi.ac.id; <sup>3</sup>syarifuddin.nojeng@umi.ac.id;

<sup>4</sup>muhyusan.naim@umi.ac.id; <sup>5</sup>asyarif@umi.ac.id

Received: 10 02 2024 | Revised: 16 02 2024 | Accepted: 20 02 2024 | Published: 28 03 2024

### Abstrak

Dalam beberapa dekade terakhir, meningkatnya kebutuhan energi listrik di rumah tangga menjadi tantangan serius seiring dengan pertumbuhan teknologi dan perubahan gaya hidup. Perubahan dalam pola konsumsi energi di rumah tangga dapat menjadi pemicu utama untuk peningkatan penggunaan listrik yang berlebihan. Di tengah tantangan ini, penerapan teknologi otomatisasi, seperti sistem relay on-off, muncul sebagai solusi potensial untuk meningkatkan efisiensi penghematan penggunaan energi di rumah tangga. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem *relay on-off* serta penerapannya dalam meningkatkan efisiensi konsumsi listrik rumah tangga. Metode penelitian ini meliputi perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, serta analisis pengujian daya pada beban lampu. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan sistem *relay on-off* pada peralatan listrik rumah tangga dapat meningkatkan efisiensi energi secara signifikan. Berdasarkan hasil pengujian, disimpulkan bahwa alat dapat mengontrol lampu *on-off* secara otomatis. Setelah dilakukan simulasi dengan menggunakan beban berupa satu lampu daya 10Watt di tiga ruangan berbeda, diperoleh total penghematan konsumsi energi untuk beban penerangan dari ketiga ruangan sebesar 0.1kWh/hari atau 3kWh/bulan. Total penghematan biaya kWh/Bulan untuk penerangan lampu ketiga ruangan sebesar Rp4.055,94. Penghematan ini didasari oleh rentang waktu pemakaian yang dikontrol penuh oleh perangkat sistem *relay on-off*. Dengan demikian penggunaan perangkat sistem *relay on-off* pada rumah tangga maka konsumen mendapatkan keuntungan dari pemakaian daya dan biaya yang dikeluarkan setiap bulan.

Kata kunci: efisiensi energi, konsumsi energi listrik, rumah tangga, sistem relay on-off, otomatisasi

### 1. Pendahuluan

Dalam beberapa dekade terakhir, meningkatnya kebutuhan energi listrik di rumah tangga telah menjadi tantangan serius, seiring dengan pertumbuhan teknologi dan perubahan gaya hidup. Kenaikan konsumsi energi tidak hanya memberikan dampak ekonomi negatif, tetapi juga berpotensi menyebabkan tekanan lebih lanjut pada sumber daya energi dan memberikan dampak negatif terhadap lingkungan. Perubahan dalam pola konsumsi energi di rumah tangga dapat menjadi pemicu utama untuk peningkatan penggunaan listrik yang berlebihan. Ketika rumah tangga menambahkan perangkat baru yang lebih boros energi, seperti pendingin udara atau perangkat elektronik canggih, secara langsung meningkatkan beban listrik di rumah. Selain itu, perubahan dalam gaya hidup juga dapat berkontribusi pada peningkatan konsumsi energi. Misalnya, aktivitas seperti bekerja dari rumah, hobi yang membutuhkan penggunaan perangkat elektronik, atau perubahan dalam kebiasaan makan dapat meningkatkan penggunaan listrik. Peningkatan kebutuhan kelistrikan juga dapat terjadi karena perubahan dalam struktur keluarga, seperti tambahan anggota keluarga. Untuk mengatasi peningkatan penggunaan listrik yang berlebihan, penting untuk meningkatkan kesadaran akan efisiensi energi, memilih perangkat yang lebih efisien, dan mengadopsi kebiasaan yang lebih hemat energi dalam kehidupan sehari-hari.

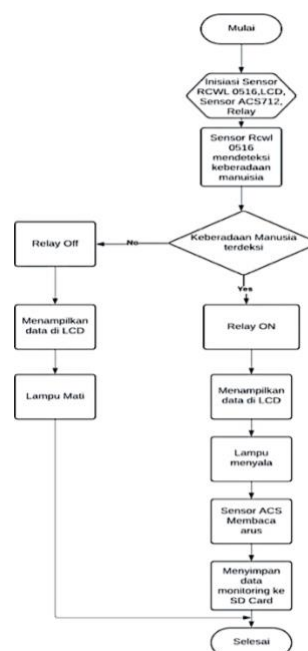
Di tengah tantangan ini, penerapan teknologi otomatisasi, seperti sistem *relay on-off*, muncul sebagai solusi potensial untuk meningkatkan efisiensi penghematan penggunaan energi di rumah tangga. Sistem *relay on-off* memungkinkan kontrol yang lebih akurat terhadap peralatan elektronik, memungkinkan pengguna untuk mengatur waktu penggunaan dan secara otomatis mematikan peralatan yang tidak digunakan. Berbagai penelitian terkait

pemantauan dan efisiensi penggunaan daya listrik berbasis Arduino telah dilakukan untuk meningkatkan pengelolaan energi listrik, terutama di rumah tangga. Merancang alat pantau pemakaian daya listrik menggunakan sensor arus ACS712 yang menampilkan hasil pada LCD[1]. Saklar otomatis berbasis mikrokontroler yang dikembangkan oleh berhasil menghemat konsumsi energi listrik hingga 48,76% dibandingkan saklar konvensional[2]. Penelitian menunjukkan akurasi alat pengukur arus berbasis Arduino dengan error relatif berkisar antara 14,14% hingga 24,83%[3]. mengembangkan sistem perhitungan pemakaian daya listrik *real-time* untuk apartemen dengan kesalahan pengukuran rata-rata di bawah 7%[4]. Putra dan Mukhaiyar (2020) merancang sistem pemantauan dan proteksi daya listrik yang dapat mematikan stop kontak secara otomatis saat beban terlampaui[5]. Penelitian-penelitian ini menunjukkan perkembangan teknologi berbasis Arduino dalam pengelolaan dan efisiensi energi listrik.

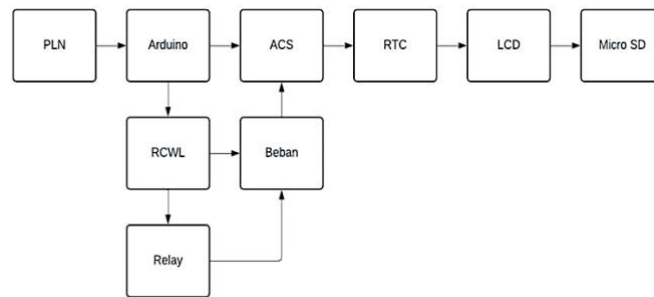
Pemahaman mendalam tentang konsumsi energi listrik di rumah tangga dan dampak penerapan sistem *relay on-off* adalah krusial untuk merancang strategi efisiensi energi yang efektif. Oleh karena itu, dalam penelitian ini dilakukan analisis yang komprehensif untuk mengidentifikasi potensi penghematan energi, pola konsumsi, dan faktor-faktor kunci yang memengaruhi keberhasilan penerapan sistem *relay on-off* di tingkat rumah tangga. Dari latar belakang diatas, Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem relay on-off serta penerapannya dalam meningkatkan efisiensi konsumsi listrik rumah tangga.

## 2. Metode

Penelitian dilakukan dengan dua tahapan utama yaitu menggunakan perangkat lunak (*software*) dan perancangan perangkat keras (*hardware*) untuk menghasilkan sistem *relay on-off*. *software* terdiri dari Arduino IDE dan Fritzing. Komponen yang digunakan dalam perancangan sistem monitoring dan pengendalian daya listrik ini yaitu Arduino Mega 2560, Arduino Shield, Sensor Arus ACS 712, RTC, LCD 20x4 I2C, Relay 4 Channel, Motion Sensor RCWL-0516, Adaptor 220V to 5VDC 5A, Micro SD Card Reader Module, SD Card 8/16 GB, Jumper, Kabel JST 2 pin, Female AC Power Plug, Spacer, ABS Electric Panel, Black box, Terminal Block 3 pin, AC Power Cable, dan PCB 7cm×9cm.

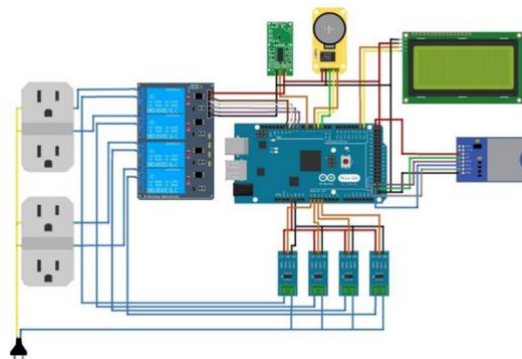


Gambar 1. Flowchart *software*



Gambar 2. Blok Diagram Sistem

Rangkaian skematik pada penelitian ini diperlihatkan seperti pada Gambar 3 yang menunjukkan detail koneksi antar komponen. Gambar ini mengilustrasikan setiap komponen yang digunakan.

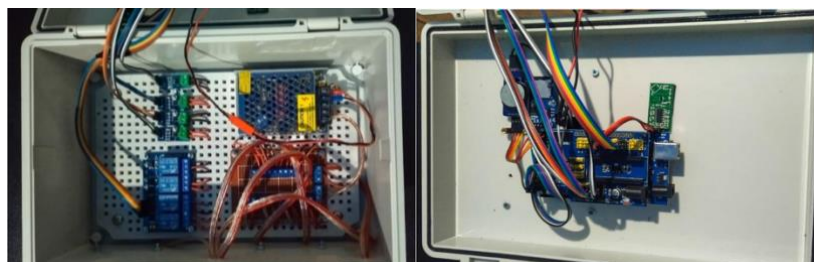


Gambar 3. Skema Rangkaian

Perangkat dilengkapi LCD 20×40 I2C yang berfungsi sebagai display hasil data monitoring dan pengukuran pada beban. Untuk menghidupkan Arduino Mega 2560, maka perangkat akan dilengkapi dengan adaptor. Arus Beban yang dimonitoring dan diukur, dibaca langsung oleh sensor ACS712 serta daya yang diobservasi dan diukur menggunakan metode perhitungan melalui program Arduino IDE.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Dari pembuatan prototype yang dirancang seperti terlihat pada Gambar 4, penulis telah menguji alat dan seluruh komponennya berfungsi dengan baik sesuai dengan tujuan yang diharapkan, seluruh komponen seperti *relay on-off* menggunakan sensor motion RCWL 0515 sebagai pendeteksi adanya keberadaan manusia, mikrokontroler Arduino Uno sebagai kontroler dari keseluruhan rangkaian, sensor ACS712 akan mengukur dan memonitoring arus yang mengalir di beban telah berfungsi dengan baik sesuai yang diharapkan. Pada saat dilakukan pengujian alat bekerja secara stabil dan efektif.



Gambar 4. Hasil Pembuatan Prototype

Berdasarkan pengamatan terhadap model simulasi sistem *relay on-off* di dalam tiga ruangan percobaan maka diperoleh data rancangan berupa pengujian perangkat untuk mengontrol penerangan di dalam ruangan dengan cara mendeteksi keberadaan manusia. Penelitian ini pula menambahkan beban lampu 10Watt sebagai indikator keluaran dalam ketiga ruangan dan patokan dalam pengambilan data. Setelah dilakukan pengujian maka didapatlah data seperti ditunjukkan di dalam tabel 1-6. Selanjutnya dilakukan perhitungan terhadap daya semu, nilai faktor daya, daya aktif, dan nilai kWh menggunakan persamaan-persamaan (1) sampai (4).

$$S = V \times I \quad (1)$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} \quad (2)$$

$$P = V \times I \cos \varphi \quad (3)$$

$$kWh = \frac{P}{1000} \times t \quad (4)$$

Tabel 1. Hasil pengukuran pada power meter

| No. | Tanggal | Waktu (menit) | Waktu (jam) | Jenis Beban                  | Arus (I) | Tegangan (V) | Daya (P) |
|-----|---------|---------------|-------------|------------------------------|----------|--------------|----------|
| 1   | 25/1/25 | 60            | 1           | Lampu (spesifikasi daya 10W) | 0.06A    | 220V         | 9.9W     |
| 2   | 25/1/25 | 120           | 2           |                              | 0.06A    | 220V         | 9.9W     |
| 3   | 25/1/25 | 240           | 3           |                              | 0.06A    | 220V         | 9.9W     |
| 4   | 25/1/25 | 360           | 6           |                              | 0.06A    | 220V         | 9.9W     |

Pengukuran dilakukan selama satu hari pada tanggal 25 Januari 2025 dengan beban lampu 10W menggunakan alat ukur Power Meter. Pengukuran dilakukan selama 6 jam yang dibagi menjadi empat kali waktu pengujian. Hasil menunjukkan arus yang mengalir stabil, dengan nilai arus antara 0,06 A, tegangan 220 Volt dan daya semu sebesar 13.2 VA.

Tabel 2. Hasil pengukuran nilai kWh

| No. | Hasil perhitungan kWh pada beban lampu 10Watt |
|-----|-----------------------------------------------|
| 1   | 0.0099Watt                                    |
| 2   | 0.0198Watt                                    |
| 3   | 0.0297Watt                                    |
| 4   | 0.0594Watt                                    |

Tabel 3. Hasil pengukuran pada perangkat sistem *relay on-off*

| No | Tanggal | Waktu (menit)     | Switch on (detik) | Switch on jam | Arus (I) | Tegangan (V) | Daya (P) |
|----|---------|-------------------|-------------------|---------------|----------|--------------|----------|
| 1  | 25/1/25 | 19:15:32-20:05:30 | 2998              | 0.83          | 0.06A    | 220V         | 13.2V A  |
| 2  | 25/1/25 | 21:25:42-22:56:40 | 3658              | 1.016         | 0.06A    | 220V         | 13.2 VA  |

Pengukuran dilakukan pada 25 Januari 2025 dengan beban lampu 10W. Pada tanggal 25 Desember 2024 dilakukan dua kali pengukuran dengan rentang dari pukul 19:15:32 hingga 20:05:30 dan dari pukul 21:55:42 hingga 22:56:40. Hasil dari kedua pengukuran menunjukkan bahwa arus yang mengalir sebesar

0,06A dan daya 9.9Watt. Hasil pengukuran dalam tabel 1 dan tabel 3 menunjukkan persamaan nilai ukur untuk pengukuran arus antara pengujian tanpa menggunakan alat dengan power meter dan nilai pengukuran dengan menggunakan alat sistem *relay on-off*.

Tabel 4. Hasil pengukuran nilai kWh

| No. | Hasil perhitungan kWh pada beban lampu 10Watt |
|-----|-----------------------------------------------|
| 1   | 0.0073Watt                                    |
| 2   | 0.0099Watt                                    |

Tabel 5. Hasil pengukuran pada power meter

| No. | Tanggal | Waktu (menit) | Waktu (jam) | Arus ( $I$ ) | Tegangan ( $V$ ) | Daya ( $P$ ) |
|-----|---------|---------------|-------------|--------------|------------------|--------------|
| 1   | 27/1/25 | 60            | 1           | 0.07A        | 220V             | 9.8W         |
| 2   | 27/1/25 | 120           | 2           | 0.07A        | 220V             | 9.8W         |
| 3   | 27/1/25 | 240           | 3           | 0.07A        | 220V             | 9.8W         |

Pengukuran dilakukan selama satu hari yaitu pada tanggal 27 Januari 2025 dengan beban lampu 10W. Pengukuran menggunakan alat ukur Power Meter dilakukan selama tiga jam tanpa henti yang dibagi menjadi tiga kali waktu pengukuran. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa arus yang mengalir stabil, dengan nilai arus 0.07A, tegangan 220 Volt dan daya sebesar 11 Watt.

Tabel 6. Hasil pengukuran nilai kWh

| No. | Hasil perhitungan kWh pada beban lampu 10Watt |
|-----|-----------------------------------------------|
| 1   | 0.0099Watt                                    |
| 2   | 0.0198Watt                                    |
| 3   | 0.0297Watt                                    |
| 4   | 0.0594Watt                                    |

Tabel 7. Hasil pengukuran pada perangkat sistem relay on-off

| No | Tanggal | Waktu (menit) | switch on (detik) | switch on jam | Arus ( $I$ ) | Tegangan ( $V$ ) | Daya ( $P$ ) |
|----|---------|---------------|-------------------|---------------|--------------|------------------|--------------|
| 1  | 27/1/25 | 09.00-09.30   | 1800              | 0.5           | 0.07A        | 220V             | 15.2VA       |
| 2  | 27/1/25 | 10.00-10.30   | 1800              | 0.5           | 0.07A        | 220V             | 15.2VA       |

Pengukuran dilakukan selama satu hari pada tanggal 27 Januari 2025 dengan beban lampu 10W. Hasil pengujian sistem *relay on-off* mendeteksi adanya gerakan dari aktivitas manusia sehingga lampu menyala pada rentang pukul 09.00 hingga 09.30. Kemudian perangkat kembali mendeteksi adanya gerakan pada pukul 10.00 hingga 10.30. Hasil dari kedua pengukuran menunjukkan arus yang sebesar 0.07A dan daya 9.8W. Total waktu pemakaian sistem *relay on-off* tanggal 27 Januari 2025 sebanyak satu jam. Hasil Pengukuran yang terdokumentasi dalam tabel 5 dan tabel 7 menunjukkan persamaan nilai pengukuran arus antara pengujian tanpa menggunakan alat power meter dan pengukuran dengan menggunakan alat sistem *relay on-off*.

Tabel 8. Hasil pengukuran nilai kWh

| No. | Hasil perhitungan kWh pada beban lampu 10Watt |
|-----|-----------------------------------------------|
| 1   | 0.0049Watt                                    |
| 2   | 0.0049Watt                                    |

Tabel 9. Hasil pengukuran pada power meter

| No. | Tanggal | Waktu (menit) | Waktu (jam) | Jenis Beban                  | Arus (I) | Tegangan (V) | Daya (P) |
|-----|---------|---------------|-------------|------------------------------|----------|--------------|----------|
| 1   | 27/1/25 | 60            | 1           | Lampu (spesifikasi daya 10W) | 0.07A    | 220V         | 9.8W     |
| 2   | 27/1/25 | 120           | 2           |                              | 0.07A    | 220V         | 9.8W     |
| 3   | 27/1/25 | 240           | 3           |                              | 0.07A    | 220V         | 9.8W     |
| 4   | 27/1/25 | 360           | 6           |                              | 0.07A    | 220V         | 9.8W     |

Pengukuran dilakukan selama satu hari tanggal 27 Januari 2025 dengan beban satu lampu 10W. Pengukuran menggunakan alat ukur Power Meter dilakukan selama 6 jam tanpa henti yang dibagi menjadi empat kali waktu pengujian. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa arus yang mengalir stabil, sebesar 0,07A, tegangan 220 Volt dan daya sebesar 9.8 Watt.

Tabel 10. Hasil pengukuran nilai kWh

| No. | Hasil perhitungan kWh pada beban lampu 10Watt |
|-----|-----------------------------------------------|
| 1   | 0.0098Watt                                    |
| 2   | 0.0196Watt                                    |
| 3   | 0.0294Watt                                    |
| 4   | 0.0588Watt                                    |

Tabel 11. Hasil pengukuran pada perangkat sistem *relay on-off*

| No | Tanggal | Waktu (menit) | switch on (detik) | switch on jam | Arus (I) | Tegangan (V) | Daya (P) |
|----|---------|---------------|-------------------|---------------|----------|--------------|----------|
| 1  | 27/1/25 | 09.00-09.30   | 1800              | 0.5           | 0.07A    | 220V         | 15.4VA   |
| 2  | 27/1/25 | 10.00-11.30   | 5400              | 1.5           | 0.07A    | 220V         | 15.4VA   |
| 3  | 27/1/25 | 12.00-13.00   | 3600              | 0.5           | 0.07A    | 220V         | 15.4VA   |

Pengukuran dilakukan selama satu hari pada tanggal 27 Januari 2025 dengan beban lampu 10W. Hasil pengujian sistem *relay on-off* mendeteksi gerakan dari aktivitas manusia menyebabkan lampu menyala pada pukul 09.00 hingga 09.30. Kemudian perangkat kembali mendeteksi gerakan pada pukul 10.00 hingga 11.30. Selanjutnya perangkat kembali mendeteksi gerakan pukul 12.00 hingga 13.00. Hasil dari ketiga pengukuran menunjukkan arus yang mengalir sebesar 0,07A dan daya 8.8Watt. Total waktu pemakaian perangkat sistem *relay on-off* pada tanggal 27 Januari 2025 sebanyak dua jam. Hasil Pengukuran yang terlihat pada tabel 9 dan tabel 11 menunjukkan persamaan nilai pengukuran arus antara pengujian tanpa menggunakan alat power meter dan nilai pengukuran dengan menggunakan alat sistem *relay on-off*.

#### 4. Kesimpulan dan Saran

Penerapan sistem *relay on-off* pada peralatan listrik rumah tangga efektif meningkatkan efisiensi energi dan menurunkan konsumsi energi secara signifikan yang

berdampak positif pada biaya listrik. Hasil simulasi menggunakan beban lampu 10Watt di tiga ruangan berbeda diperoleh total penghematan penerangan tiap ruangan sebesar 0.1 kWh/hari atau 3 kWh/bulan, sehingga total keseluruhan penghematan biaya kWh/bulan untuk penerangan lampu ketiga ruangan sebesar Rp4.055,94. Penghematan ini didasari oleh rentang waktu pemakaian yang dikontrol penuh oleh sistem *relay on-off*. Penggunaan perangkat alat sistem *relay on-off* pada rumah tangga maka konsumen mendapatkan keuntungan dari pemakaian daya dan biaya yang dikeluarkan setiap bulannya. Penggunaan *relay* dapat meningkatkan efisiensi dan mempercepat respons otomatisasi sistem kelistrikan terutama dengan intensitas penggunaan tinggi. Integrasi sistem *relay on-off* dengan teknologi *Internet of Things* (IoT) memungkinkan kontrol jarak jauh dan pengaturan yang lebih fleksibel untuk mencapai efisiensi energi lebih tinggi. Penelitian lebih lanjut perlu dilakukan terutama dalam sistem berskala besar, seperti perkantoran atau fasilitas umum guna mengoptimalkan efisiensi energi pada berbagai sektor.

### Daftar Pustaka

- [1] A. Anantama, A. Apriyantina, S. Samsugi, and F. Rossi, "Alat pantau jumlah pemakaian daya listrik pada alat elektronik berbasis arduino uno," *J. Teknol. dan Sist. Tertanam*, vol. 1, no. 1, 2020.
- [2] I. M. A. Mahardiananta, I. M. A. Nugraha, P. A. R. Arimbawa, and D. N. G. T. Prayoga, "Saklar otomatis berbasis mikrokontroler untuk mengurangi penggunaan energi listrik," *J. Resist.*, vol. 4, no. 1, 2021.
- [3] T. P. Satya, F. Puspasari, H. Prisyanti, and E. R. M. Saragih, "Perancangan dan analisis sistem alat ukur arus listrik menggunakan sensor ACS712 berbasis arduino uno dengan standard clampmeter," *J. Simetris*, vol. 11, 2020.
- [4] F. N. Haafizhah, L. Anifah, E. Endryansyah, and M. S. Zuhrie, "Rancang Bangun Sistem Perhitungan Pemakaian Daya Pada Apartemen Secara Real-Time Berbasis Arduino," *J. Tek. Elektro*, vol. 11, no. 2, pp. 314–321, 2022.
- [5] D. A. Putra and R. Mukhaiyar, "Monitoring Daya Listrik Secara Real Time," *Voteteknika (Vocational Tek. Elektron. dan Inform.)*, vol. 8, no. 2, pp. 26–34, 2020.