

# Rancang Bangun Sistem Monitoring Daya Listrik dan Pengaman Arus Bocor Berbasis Arduino Uno

Muhammad Umar Abdillah<sup>1</sup>, Baisrum<sup>2\*</sup>, Sarjono Wahyu Jadmiko<sup>3\*</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40559

<sup>1</sup>E-mail : muhammad.umar.tlis19@polban.ac.id

<sup>2\*</sup>E-mail : baisrum@polban.ac.id

<sup>3\*</sup>E-mail : sarjono\_wahyu@polban.ac.id

## ABSTRAK

Pemakaian daya listrik yang tidak terkontrol akan menyebabkan tagihan listrik yang harus dibayar meningkat. Di sisi yang lain, saat tidak ada peralatan listrik yang terpasang idealnya instalasi listrik tersebut tidak akan ada arus yang mengalir. Pada kenyataannya arus listrik tersebut bisa saja mengalir dalam instalasi listrik tersebut walau tidak ada peralatan listrik yang digunakan. Selain itu, pengguna instalasi listrik harus dilindungi dari bahaya arus bocor yang mengalir melalui tubuhnya ke tanah. Bahaya tersebut disebut juga dengan bahaya tegangan sentuh, baik tegangan sentuh langsung ataupun tak langsung. Penelitian ini bertujuan untuk membangun sistem monitoring daya listrik dan pengaman arus bocor berbasis arduino uno. Pada sistem ini digunakan dua buah sensor arus TA12-200 untuk mendeteksi nilai arus yang mengalir dan satu buah sensor tegangan ZMPT101b untuk mendeteksi nilai tegangan pada instalasi listrik. Nilai arus dan tegangan tersebut akan diproses oleh arduino uno untuk menghasilkan pengukuran daya listrik dan memerintah output yaitu relay dua channel untuk beroperasi apabila terjadi arus bocor melebihi set point yang telah ditentukan. Hasil dari penelitian ini adalah ditemukan eror pada sensor arus TA12-200 dengan rata-rata eror 1,27%, eror pada sensor tegangan ZMPT101b dengan rata-rata eror 1,41%. Sehingga terjadi eror nilai daya listrik yang diukur dengan rata-rata eror 0,79%.

## Kata Kunci

*Daya Listrik, Arus Bocor, Arduino*

## 1. PENDAHULUAN

Pemakaian daya listrik yang tidak terkontrol akan menyebabkan tagihan listrik yang harus dibayar meningkat. Di sisi yang lain, saat tidak ada peralatan listrik yang terpasang idealnya instalasi listrik tersebut tidak akan ada arus yang mengalir. Pada kenyataannya arus listrik tersebut bisa saja mengalir dalam instalasi listrik tersebut walau tidak ada peralatan listrik yang digunakan. Selain itu, pengguna instalasi listrik harus dilindungi dari bahaya arus bocor yang mengalir melalui tubuhnya ke tanah. Bahaya tersebut disebut juga dengan bahaya tegangan sentuh, baik tegangan sentuh langsung ataupun tak langsung [1], [2], [3], [4].

Makalah ini membahas tentang rancang bangun sistem monitoring daya listrik dan pengaman arus bocor yang bertujuan untuk memonitoring daya listrik yang digunakan dalam suatu instalasi listrik dan memonitoring ada atau tidaknya arus bocor dengan menampilkan arus yang mengalir pada

penghantar fasa dan netral serta menampilkan selisih arus yang mengalir pada penghantar fasa dan netral pada LCD. Alat ini juga akan memutuskan catu daya untuk instalasi listrik apabila arus bocor yang terjadi melebihi batas yang telah ditentukan.

## 2. LANDASAN TEORI

### 2.1 Arus Bocor

Arus bocor adalah arus yang mengalir diluar bagian instalasi menuju ke tanah. Penyebab dari adanya arus bocor ini adalah karena adanya kegagalan isolasi pada peralatan/perlengkapan listrik. Isolasi tersebut dapat mengalami kegagalan dikarenakan beberapa faktor, seperti: Jenis material elektroda, konfigurasi medan listrik, temperatur, tekanan, besar tegangan, dan usia dari bahan isolasi yang digunakan. Besarnya nilai tahanan isolasi mempengaruhi pada besarnya nilai arus bocor, semakin besar nilai tahanan isolasi maka nilai arus bocor akan semakin kecil. Sebaliknya, semakin kecil nilai tahanan isolasi maka nilai arus bocor akan

semakin besar [5]. Persamaan dari arus bocor adalah sebagai berikut :

$$I_b = \frac{V_m}{R_p} [A]$$

Dimana:

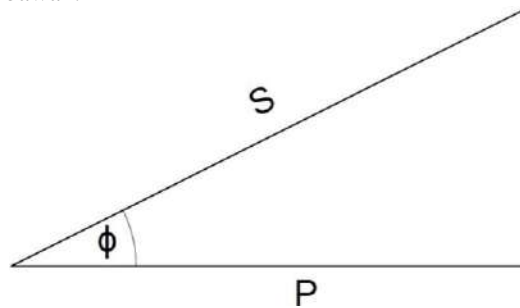
$I_b$  = Arus Bocor (A)

$V_m$  = Tegangan Sistem (V)

$R_p$  = Tahanan Isolasi ( $\Omega$ )

## 2.2 Daya Listrik

Daya adalah besarnya daya yang diserap/diperlukan oleh perangkat tertentu untuk melakukan kerja per satuan waktu. Pada arus bolak-balik (AC) ada 3 macam daya, yaitu daya aktif, daya reaktif, dan daya semu. Segitiga daya dapat dilihat pada gambar di bawah.



Gambar 1. Segitiga Daya

### 1) Daya Aktif

Daya aktif adalah besarnya daya yang dipakai oleh suatu peralatan listrik untuk melakukan kerja. [6] Daya aktif merupakan daya yang biasanya dikonversikan oleh peralatan listrik. Satuan daya aktif dinyatakan dalam watt (W). Dari gambar didapatkan persamaan berikut :

$$P = V.I.\cos\phi [\text{Watt}]$$

Dimana:

$P$  = Daya aktif (Watt)

$V$  = Tegangan (V)

$I$  = Arus (A)

$\cos \phi$  = Faktor daya

### 2) Daya Reaktif

Daya reaktif adalah besarnya daya yang dibutuhkan peralatan listrik untuk menghasilkan medan magnet [7]. Daya reaktif disebabkan oleh adanya peralatan listrik yang mempunyai sifat induktif seperti pompa air dan mixer. Satuan daya reaktif dinyatakan dalam volt ampere reaktif (VAR). Dari gambar didapatkan persamaan berikut:

$$Q = V.I.\sin\phi [\text{VAR}]$$

Dimana:

$Q$  = Daya Reaktif (VAR)

$V$  = Tegangan (V)

$I$  = Arus (A)

### 3) Daya Semu

Daya semu adalah penjumlahan trigonometri dari daya aktif dan daya reaktif. Daya semu juga merupakan hasil perkalian dari tegangan efektif dan arus efektif [6]. Satuan daya semu dinyatakan dalam volt ampere (VA). Dari gambar didapatkan persamaan berikut:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \text{ atau } S = V.I [\text{VA}]$$

Dimana:

$S$  = Daya Semu (VA)

$V$  = Tegangan (V)

$I$  = Arus (A)

$P$  = Daya aktif (Watt)

$Q$  = Daya Reaktif (VAR)

## 2.3 Energi Listrik

Energi listrik adalah banyaknya daya diperlukan oleh perangkat listrik untuk melakukan kerja pada interval waktu tertentu. Satuan Energi listrik dinyatakan dalam watt hour (Wh). Persamaan daya listrik adalah [8]:

$$E = P. t [\text{Wh}]$$

Dimana :

$E$  = Energi Listrik (Wh)

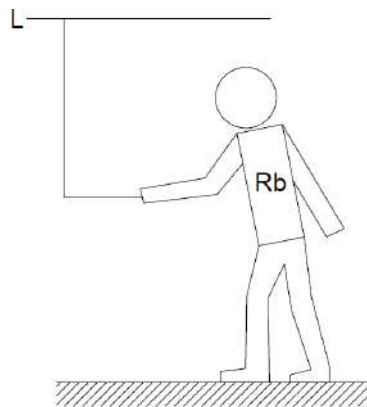
$P$  = Daya (watt)

$t$  = waktu (jam/hour)

## 2.4 Tegangan Sentuh

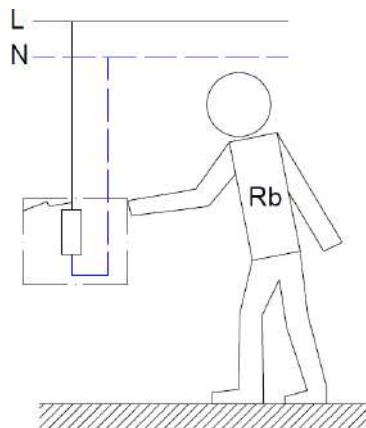
Tegangan sentuh merupakan salah satu bahaya terhadap keselamatan manusia yang ditimbulkan oleh listrik. Tegangan sentuh disebabkan oleh tersentuhnya bagian yang bertegangan, baik menyentuh bagian yang bertegangan secara langsung atau menyentuh bagian yang tidak bertegangan namun menjadi bertegangan dikarenakan kegagalan isolasi. Maka dari itu tegangan sentuh terbagi menjadi 2 jenis [9], yaitu:

- 1) Tegangan sentuh langsung terjadi ketika adanya kontak antara bagian aktif listrik dan tubuh manusia yang menyebabkan adanya arus listrik yang mengalir melalui tubuh manusia ke tanah.



Gambar 2. Tegangan Sentuh Langsung

- 2) Tegangan sentuh tak langsung terjadi ketika adanya kontak antara bagian nonaktif listrik yang menjadi aktif akibat adanya kegagalan isolasi dan tubuh manusia yang menyebabkan adanya arus listrik yang mengalir melalui tubuh manusia ke tanah.



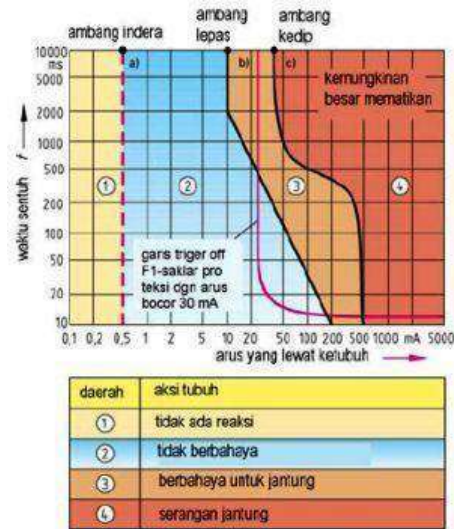
Gambar 3. Tegangan Sentuh Tak Langsung

## 2.5 Bahaya Arus Bocor Ke Tubuh

Terdapat 3 faktor yang menentukan keseriusan bahaya arus bocor ke tubuh, yaitu [9]:

- 1) Besar arus listrik yang mengalir dalam tubuh, hal ini ditentukan oleh nilai tegangan yang tersentuh dan nilai tahanan tubuh manusia. Sedangkan tahanan tubuh manusia nilainya dapat bervariasi, tergantung pada jenis, kelembapan kulit, dan faktor lain seperti tinggi tubuh dan berat badan.
- 2) Lintasan arus listrik dalam tubuh sangat menentukan tingkat bahaya yang disebabkan oleh sengatan listrik. Lintasan yang paling berbahaya adalah melewati jantung dan pusat saraf (otak).

- 3) Lama waktu sengatan listrik juga menentukan tingkat bahaya oleh sengatan listrik. Semakin lama tubuh terkena sengatan listrik maka semakin fatal pengaruh yang akan diakibatkannya.



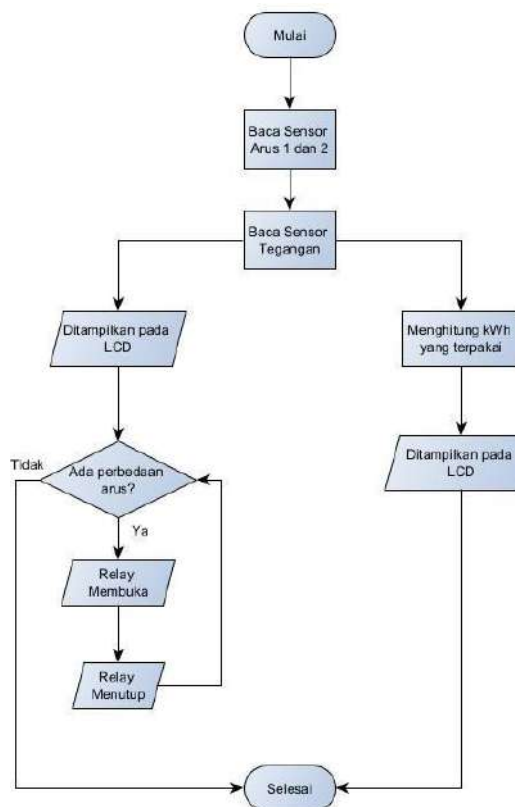
Gambar 4. Grafik Bahaya Arus Bocor [10]

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu rancang bangun. Tahapannya terdiri dari perancangan pada perangkat lunak, diwujudkan dalam perangkat keras, dan dilakukan pengujian.

### 3.1 Diagram Alir Sistem

Diagram alir kerja alat dapat dilihat pada gambar 5.



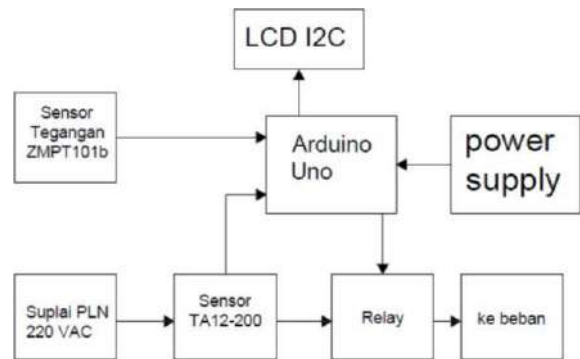
Gambar 5. Diagram Alir Sistem

Sistem membaca nilai tegangan input, apabila ada arus listrik yang mengalir, sensor arus akan mendeteksi adanya arus yang mengalir dan mengirim sinyal kepada mikrokontroler arduino untuk diproses. Saat mikrokontroler arduino menerima sinyal input dari sensor arus dan sensor tegangan, maka tahapan selanjutnya terbagi menjadi 2, yaitu:

- Nilai yang terbaca oleh sensor arus pada jalur fasa akan dikalikan dengan nilai tegangan yang terbaca sensor tegangan oleh mikrokontroler arduino sehingga mendapatkan nilai kWh yang terpakai. Nilai kWh yang didapatkan akan ditampilkan pada LCD. Maka proses selesai
- Nilai yang terbaca oleh sensor arus pada jalur fasa dan netral akan dilakukan perbandingan oleh mikrokontroler arduino. Apabila terjadi perbedaan nilai sebesar nilai awal yang sudah disetting, maka mikrokontroler arduino akan mengirim sinyal output kepada relay untuk membuka sehingga alat akan memutuskan suplai daya instalasi dan akan kembali menghubungkan secara otomatis dengan setting waktu pada program. Apabila tidak ada perbedaan nilai sebesar nilai awal yang sudah disetting, maka proses selesai

### 3.2 Diagram Blok Sistem

Diagram blok perangkat keras sistem monitoring daya listrik dan pengaman arus bocor berbasis arduino uno dapat dilihat pada gambar 6.

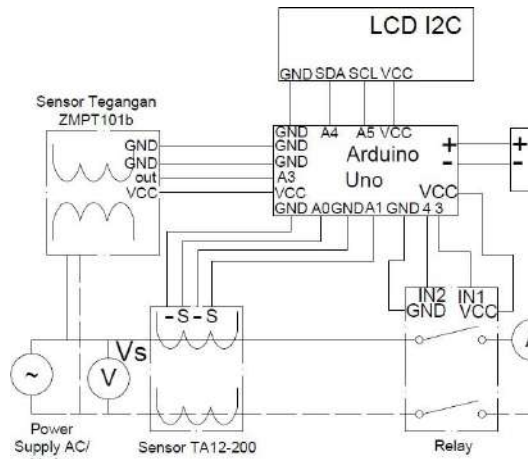


Gambar 6. Diagram Blok Sistem

Sistem monitoring terdiri dari beberapa komponen, yaitu: arduino uno, dua buah sensor arus TA12-200, sensor tegangan ZMPT101b, power supply untuk arduino, LCD I2C, dan relay dua kanal. Sensor arus digunakan untuk mendeteksi arus yang mengalir pada penghantar fasa dan netral, hasil yang terbaca oleh sensor arus akan dikirimkan ke pin I/O analog 0 dan analog 1 pada arduino. Sensor tegangan digunakan untuk mendeteksi tegangan sistem, hasil yang terbaca oleh sensor tegangan akan dikirimkan ke pin I/O analog 3 pada arduino. Kedua besaran tadi kemudian akan dikomputasi dalam program arduino untuk mendapatkan nilai daya listrik yang digunakan. Arus, tegangan, dan daya listrik tersebut akan ditampilkan pada LCD I2C agar dapat termonitor nilainya.

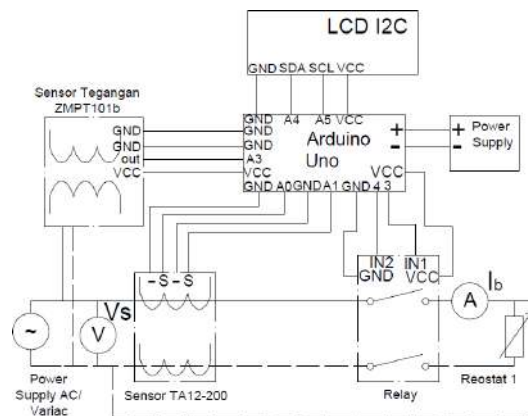
### 3.3 Rangkaian Pengujian

Ada 2 rangkaian pengujian pada sistem monitoring daya listrik dan pengaman arus bocor berbasis arduino uno. Pengujian dibantu menggunakan power supply variabel dan reostat agar mendapatkan nilai arus yang bervariasi. Rangkaian pengujian untuk memonitor daya listrik dan pengujian sensor arus diperlihatkan pada gambar 7.



Gambar 7. Rangkaian Pengujian 1

Pengujian pengaman arus bocor menggunakan tambahan reostat yang dikonfigurasi secara paralel dengan reostat pertama. Reostat kedua berfungsi untuk memberikan variabel nilai arus bocor sehingga akan terdapat perbedaan pembacaan antara sensor arus. Rangkaian pengujian untuk mengamankan arus bocor apabila nilai arus bocor melebihi set point diperlihatkan pada gambar 8.



Gambar 8. Rangkaian Pengujian 2

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Data Pengujian Sensor Arus TA12-200

Hasil pengujian sensor arus akan ditampilkan melalui LCD I2C 16x2, baik arus yang mengalir pada jalur fasa atau netral. Sensor arus memiliki sensitivitas sebesar 10mA. Arus listrik yang dimonitoring menggunakan satuan Ampere (A). Hasil pengujian sensor arus diperlihatkan pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor Arus

No	Pembacaan Arus oleh AVO meter (A)	Pembacaan Arus oleh Sensor Arus Kabel Fasa (A)	Pembacaan Arus Oleh Sensor Arus Kabel Netral (A)
1	0.55	0.561	0.548
2	1.021	1.03	1.015
3	1.512	1.499	1.491
4	2.113	2.106	2.102
5	2.521	2.529	2.515
6	3.006	3.035	3.009
7	3.523	3.523	3.494
8	4.073	4.066	4.033

##### 4.2 Data Pengujian Monitoring Daya Listrik

Hasil monitoring daya listrik akan ditampilkan melalui LCD I2C 16x2 beserta nilai arus yang mengalir pada jalur fasa dan netral. Daya listrik dimonitor selama 1 jam dan menggunakan satuan Watt hour (Wh) sedangkan arus menggunakan satuan Ampere (A). Hasil monitoring diperlihatkan pada tabel 2 dan 3.

Tabel 2. Hasil Monitor Daya Listrik

No	Arus Avo Meter (A)	Arus Sensor (A)	tegangan avo meter (V)	tegangan sensor (V)
1	0.55	0.56	22.52	22.4
2	1.02	1.02	21.99	22.1
3	1.56	1.53	22.88	23
4	2.12	2.16	22.32	21
5	2.61	2.63	22.34	22.4
6	3.03	3.05	22.55	22.4
7	3.65	3.66	22.31	22.4
8	3.90	3.99	23.49	22.9

Tabel 3. Hasil Monitor Daya Listrik (Lanjutan)

No	pengukuran daya listrik (wH)	perhitungan daya listrik (wH)
1	12.42	12.45
2	22.12	22.60
3	36.14	35.71
4	46.87	47.36
5	58.30	58.31
6	68.32	68.37

7	80.94	81.61
8	90.85	91.65

#### 4.3 Data Pengujian Pengaman Arus Bocor

Hasil pengujian arus bocor dilakukan 4 kali pengujian dengan nilai arus bocor dan set nilai arus bocor yang berbeda-beda. Ketika terjadi perbedaan nilai antara sensor arus fasa dan netral maka arduino akan mengirimkan perintah kepada relay untuk memutus rangkaian. Relay akan kembali menutup setelah 10 detik. Apabila gangguan masih terjadi maka relay akan memutus rangkaian kembali. Hasil pengujian pengaman arus bocor diperlihatkan pada tabel 4 dan 5.

Tabel 4. Hasil Pengujian Pengaman Arus Bocor

No	Set Nilai Arus bocor (mA)	Arus fasa sensor (A)	Arus netral sensor (A)
1	30	1.049	1.006
2	100	1.113	1.006
3	300	1.315	1.006
4	500	1.508	1.006

Tabel 5. Hasil Pengujian Pengaman Arus Bocor (Lanjutan)

No	Arus netral avo meter (A)	Arus bocor avo meter (mA)	Trip
1	1.006	35.75	ya
2	1.004	99.9	ya
3	1.021	306.3	ya
4	1.01	507.2	ya

#### 4.4 Pembahasan

Error pembacaan daya listrik disebabkan oleh ketidakstabilan tegangan dan arus yang disuplai oleh pencatu daya, pembacaan sensor tegangan dan arus menjadi naik turun sehingga tidak dapat stabil pada satu nilai saja, Sensor memiliki nilai error tersendiri tidak dapat stabil pada satu nilai saja, nilai

pembandingan untuk daya listrik merupakan nilai hitungan yang diasumsikan arus dan tegangannya stabil dari awal hingga akhir pengujian, dan Pembacaan oleh sensor arus 1 dan 2 terdapat perbedaan. Error pembacaan arus disebabkan oleh sinyal keluaran dari sensor arus merupakan sinyal analog yang nilainya berubah – ubah.

Keempat pengujian pengaman arus bocor dengan nilai set arus bocor dan nilai arus bocor yang berbeda-beda telah berhasil dalam memutus rangkaian suplai guna menghentikan arus yang tidak mengalir pada tempat yang seharusnya. Kesalahan pembacaan sensor arus menyebabkan relay beroperasi disaat nilai arus bocor belum mencapai nilai set seperti yang diperlihatkan pada tabel 3 percobaan kedua.

#### 5. KESIMPULAN

Sistem monitoring daya listrik sudah dapat beroperasi sesuai fungsinya, namun masih terdapat error dalam mengukur daya listrik yang dikonsumsi suatu beban listrik. Rata-rata error adalah 0,79%. Pembacaan arus oleh sensor arus TA12-200 dan pembacaan tegangan oleh sensor tegangan ZMPT101b berubah-ubah. Terlebih lagi terdapat selisih/error pembacaan oleh sensor arus dan tegangan dari nilai yang terbaca oleh avometer. Rata-rata error pembacaan arus adalah 1,27% dan rata-rata error pembacaan tegangan adalah 1,41%. Sistem pengaman arus bocor sudah dapat beroperasi sesuai fungsinya. Pembacaan yang dilakukan oleh sensor arus TA12-200 jalur fasa dan netral terdapat perbedaan. Rata-rata error pembacaan dari kedua sensor tersebut adalah 0,94%.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Negeri Bandung atas dukungan pendanaan Tugas Akhir melalui Skema Penelitian Peningkatan Kapasitas Laboratorium, sesuai nomor kontrak No.B/74.8/PL1.R7/PG.00.03/2021.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Amri, "ANALISIS HUBUNGAN ARUS BOCOR DAN PENYEBABNYA TERHADAP KERUGIAN PEMBAYARAN REKENING BULANAN KONSUMEN INSTALASI RUMAH TANGGA PADA PT.PLN CABANG SORONG," *MEDIAN*, vol. II, no. 1, pp. 32-39, 2010.

- [2] P. Mangera and Jayadi, "ANALISIS HUBUNGAN ARUS BOCOR DAN PENYEBABNYA TERHADAP KERUGIAN PEMBAYARAN REKENING BULANAN KONSUMEN INSTALASI RUMAH TANGGA PADA PT.PLN (Persero) CABANG MERAUKE," *Mustek Anim Ha*, vol. I, no. 1, pp. 1-10, 2012.
- [3] A. E. Widodo, Suleman, A. S. Hidayat and F. Wati, "Detektor Kebocoran Listrik Rumah Berbasis Arduino," *Sains dan Manajemen*, vol. VIII, no. 2, pp. 40-49, 2020.
- [4] S. Anwar, "SISTEM PROTEKSI TEGANGAN SENTUH PADA INSTALASI LISTRIK BERBASIS EARTH LEAGAGE CIRCUIT BREAKER (ELCB)," *Al Ulum Sains dan Teknologi*, vol. VI, no. 2, pp. 112-119, 2021.
- [5] M. I. S. Akbar, H. Mukhtar and F. Y. Suratman, "RANCANG BANGUN PROTOTIPE MONITORING DETEKSI KEBOCORAN ARUS PADA ISOLASI KABEL," *e-Proceeding of Engineering*, vol. VIII, no. 6, pp. 11455-11462, 2021.
- [6] I. S. Hudan and T. Rijianto, "RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING DAYA LISTRIK PADA KAMAR KOS BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. VIII, no. 1, pp. 91-99, 2019.
- [7] A. R. Mawali and W. Aribowo, "RANCANG BANGUN PEMANTAUAN PEMBAYARAN DAN KONSUMSI LISTRIK JARAK JAUH BERBASIS ARDUINO UNO R3 DAN MODUL BLUETOOTH," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. IX, no. 2, pp. 285-291, 2020.
- [8] C. K. Alexander and M. N. O. Sadiku, *Fundamentals of Electric Circuits*, New York: McGraw-Hill, 2009.
- [9] F. D. Sukardi, A. Zain and A. Muliawan, "Prototipe Pengaman Peralatan Instalasi Listrik dan Tegangan Sentuh Bagi Manusia dengan ELCB ( Earth Leakege Circuit Breaker )," *JURNAL TEKNOLOGI ELEKTERIKA*, vol. XVI, no. 2, pp. 56-62, 2019.
- [10] H. Guntoro, "Bahaya Listrik," *Dunia Listrik*, 15 April 2009. [Online]. Available: <http://dunia-listrik.blogspot.com/2009/04/bahaya-listrik.html>. [Accessed 20 Juni 2022].