

# Rancang Bangun Prototipe Detektor Gangguan Listrik Berbiaya Rendah Berbasis IP pada Kampus Institut Teknologi Sumatera

Efa Maydhona Saputra<sup>1</sup>, Uri Arta Ramadhani<sup>2</sup>

Program Studi Teknik Elektro, Institut Teknologi Sumatera, Lampung Selatan  
Jl. Terusan Ryacudu, Way Hui, Jati Agung, Lampung Selatan 35365

<sup>1</sup>maydhona@el.itera.ac.id

<sup>2</sup>uri.ramadhani@el.itera.ac.id

**Intisari** — Penanganan gangguan listrik ITERA belum dapat ditangani cepat oleh teknisi listrik karena belum adanya sistem pemantauan yang memadai. Pembelian sistem pemantauan untuk skala institusi juga belum dimungkinkan karena harganya yang mahal. Untuk itu, detektor gangguan listrik berbiaya rendah dirancang dengan sensor arus SCT013-000 sebagai perangkat utama dan berkomunikasi melalui jaringan berbasis IP. Detektor ini terintegrasi dalam sebuah sistem informasi jaringan listrik yang dapat dipantau melalui *web-browser*. Sistem yang dirancang berhasil memberikan informasi gangguan listrik dengan *delay* rata-rata 6 detik dan maksimal 64 detik saat detektor kehilangan supply listrik. Harga untuk satu set detektor dengan 2 sensor sekitar Rp. 249.500, relative lebih murah bila dibandingkan dengan produk serupa yang ada di pasaran.

**Kata kunci** — Gangguan listrik, sensor arus, jaringan IP, sistem informasi, biaya rendah.

**Abstract** — The ITERA electrical faults cannot be handled quickly by electricians due to the absence of a qualified monitoring system. It is also not possible to purchase a monitoring system with institutional scale because of the high price. Therefore, a low-cost electrical fault detector is designed with current sensor SCT013-000 as main device and communicates over an IP-based network. This detector is integrated with an electrical network information system that can be monitored via a web-browser. The system designed has succeeded in providing information on electrical disturbances with an average delay of 6 seconds and a maximum of 64 seconds when the detector loses its electricity supply. The price for a set of detectors with 2 sensors is around Rp. 249,500, it is relatively cheaper than similar products on the market.

**Keywords** — Electrical fault, current sensor, IP network, information system, low-cost.

## I. PENDAHULUAN

Jaringan listrik pada institusi pendidikan sangat penting. Gangguan pada jaringan listrik tidak hanya menyebabkan terganggunya kegiatan belajar mengajar, namun juga mempengaruhi produktivitas pegawai. Sebagai salah satu institusi pendidikan, ITERA (Institut Teknologi Sumatera) belum dicatu dengan daya listrik yang cukup akibat pembangunan sarana prasarana yang tidak diimbangi dengan pemenuhan kebutuhan listrik. Akibatnya, sering terjadi gangguan berupa turunnya panel listrik yang menyebabkan AC tidak menyala, koneksi internet terputus, komputer mengalami gangguan, dan lain sebagainya.

Jaringan listrik ITERA ditangani oleh tim teknisi listrik yang jumlahnya belum sebanding dengan jumlah gedung dan sarana prasarana lainnya. Hal ini menyebabkan pemantauan jaringan listrik, termasuk penanganan gangguan, tidak dapat dilakukan

secara *realtime*. Penanganan gangguan listrik baru dilaksanakan setelah ada laporan dari pihak yang mengalami gangguan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dibutuhkan detektor gangguan listrik sederhana dimana fitur utamanya adalah mendeteksi putusnya jaringan listrik. Detektor ini akan diletakkan di setiap gedung ITERA, dan dapat memberikan informasi terjadinya gangguan listrik pada tim teknisi.

Untuk memenuhi kebutuhan akan detektor tersebut, sebenarnya beberapa produk tersedia di pasaran. Misalnya WISEREM dari Schenider Electric [1], atau Emporia [2]. Produk-produk tersebut memiliki fungsi dan fitur yang lebih dari cukup. Fitur-fitur lain pada produk tersebut, selain dianggap sebagai fitur *secondary*, juga membuat harga yang dibanderol cukup tinggi. Produk schneider dengan 2 sensor memiliki harga 375 USD atau sekitar 5 juta rupiah, sedangkan produk Emporia dengan 2 sensor dihargai 70 USD atau sekitar 1 juta rupiah.

Selain digunakan untuk memantau jaringan listrik gedung, beberapa perangkat vital seperti *server* dan AC juga menjadi prioritas pemantauan, sehingga dibutuhkan detektor dalam jumlah banyak. Sebagai institusi baru dengan prioritas utama pada pembangunan fisik dan pengadaan sarana prasarana, pengadaan detektor gangguan listrik ini belum dapat terlaksana. Oleh karena itu, opsi perancangan detektor sederhana lebih mungkin dilakukan, karena selain dapat menyesuaikan kondisi keuangan, opsi ini dapat dikembangkan sejalan dengan perkembangan fisik ITERA.

Putusnya jaringan listrik dapat diketahui dari tegangan listrik dan arus listrik. Dari banyaknya sensor tegangan dan arus yang tersedia di pasaran, sensor arus induksi menawarkan keamanan karena sifatnya yang *contactless* dengan jaringan listrik meskipun sedikit lebih mahal daripada sensor tegangan. Penggunaan sensor yang bersifat *contacted*, seperti yang dilakukan oleh Melipurbowo tahun 2016 [3], berpotensi menimbulkan gangguan pada jaringan listrik. Oleh karena itu, sensor arus SCT013-000 dipilih sebagai sensor utama pada detektor yang dirancang.

Kemudian untuk dapat mengirimkan data ke sisi penerima yang letaknya cukup jauh, terdapat beberapa opsi seperti GSM dan WLAN. Dari kedua opsi tersebut, jaringan GSM yang menggunakan SMS, lebih andal karena tidak ada *packet loss* sebagaimana pada jaringan WLAN. Penggunaan SMS ini pernah dilakukan oleh Fitriandi tahun 2016 [4]. Namun demikian, pengiriman SMS sangat mungkin *ter-delay* dan karena pengiriman data dilakukan oleh banyak detektor setiap saat, biaya pengiriman data pada jaringan GSM lebih mahal bila dibandingkan dengan biaya pengiriman data pada jaringan WLAN. Dengan alasan tersebut, jalur komunikasi melalui jaringan IP dipilih, dan oleh karenanya, dibutuhkan *bridging* antara sensor arus dan jaringan WLAN berupa modul mikrokontroler.

## II. DASAR TEORI

### A. Gangguan Listrik

Gangguan listrik yang menjadi fokus utama pada penelitian ini adalah putusnya jaringan listrik. Jaringan listrik yang terputus

bisa melingkupi satu gedung, satu lantai, satu ruangan, atau satu peralatan. Untuk kasus ITERA, gangguan seperti ini paling sering terjadi pada perangkat AC central dan gedung perkuliahan. Untuk mengatasi masalah seperti ini, biasanya tim teknisi akan memeriksa apakah gangguan termasuk dalam hubung singkat (*korsleting*) atau termasuk dalam beban berlebih, karena dua hal tersebut adalah yang paling sering membuat jaringan listrik terputus. Setelah mengetahui penyebab gangguan, beberapa langkah dilakukan seperti isolasi jaringan bermasalah, pengurangan beban, atau penambahan *supply* daya dari tempat lain dan mengubah skala prioritas aliran daya. Secara sederhana deteksi putusnya jaringan listrik dapat diketahui dengan melihat arus dan tegangan listrik. Kedua variable tersebut saling berbanding lurus sesuai persamaan (1).

$$V = I \cdot R \quad (1)$$

Saat jaringan listrik terputus, arus yang mengalir 0A, atau  $I=0$ . Sebagai akibatnya, nilai V juga akan menjadi 0 [5]. Deteksi arus listrik dengan sensor SCT013 lebih aman karena tidak terjadi kontak langsung dengan jaringan listrik.

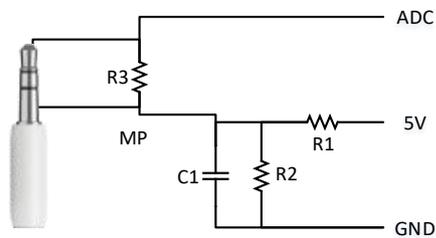
### B. Sensor Arus SCT013-000

Sensor Arus SCT013-000 memiliki tampilan fisik seperti Gbr 1. Bagian berwarna biru dipasangkan pada kabel yang akan diukur. Arus yang mengalir pada kabel akan menghasilkan medan magnet yang akan ditangkap oleh inti besi yang berada di dalam bagian biru sensor yang kemudian menghasilkan arus induksi. Arus induksi ini kemudian dapat diukur pada ujung sensor lainnya berupa konektor jack audio male 3.5mm.



Gbr. 1 Tampilan Fisik Sensor SCT013-000[6]

Bagian *output* sensor tidak dapat langsung diproses oleh mikrokontroler karena masih berupa arus listrik. Untuk dapat dibaca oleh mikrokontroler, *output* sensor harus dalam bentuk tegangan listrik [7], sehingga diperlukan *converter* pengubah arus menjadi tegangan listrik seperti pada Gbr 2.



Gbr. 2 Rangkaian Konverter Arus - Tegangan

$R_1$  dan  $R_2$  merupakan pembagi tegangan 5V untuk menentukan tegangan *middle point* ( $V_{MP}$ ) dengan persamaan (2).  $C_1$  berfungsi untuk membuang komponen AC dari sensor sehingga  $V_{MP}$  akan bernilai konstan. Arus induksi dari sensor akan mengalir melalui  $R_3$  dan menghasilkan tegangan yang akan dibaca oleh port ADC (*Analog to Digital converter*) mikrokontroler. Dimana nilai  $R_3$  (*Burden Resistor*) ditentukan oleh (4).

$$V_{MP} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times 5 \quad (2)$$

$$I_{S(max)} = \frac{I_{P(max)}}{nCT} \quad (3)$$

$$R_3 = \frac{V_{MP}}{I_{S(max)}} \quad (4)$$

Dimana  $I_P$  adalah arus yang akan diukur,  $nCT$  adalah jumlah lilitan sekunder sensor sebesar 1800 [8], dan  $I_S$  adalah arus sekunder yang akan melewati  $R_3$ . Dalam kondisi maksimal,  $I_{P(max)} = 100$  Ampere.

### C. Sistem Informasi

Sistem informasi merupakan sebuah sistem dalam suatu organisasi yang mempertemukan kebutuhan akan pengolahan transaksi harian, bersifat manajerial, mendukung operasi, dan kegiatan strategis dari suatu organisasi dan menyediakan pihak luar tertentu dengan laporan-laporan yang diperlukan [9].

Dalam penelitian ini, digunakan sistem informasi berbasis web yang menerima informasi dari banyak detektor dan menampilkannya dalam sebuah tampilan web

browser sehingga teknisi listrik dapat memantau seluruh jaringan pada saat yang bersamaan.

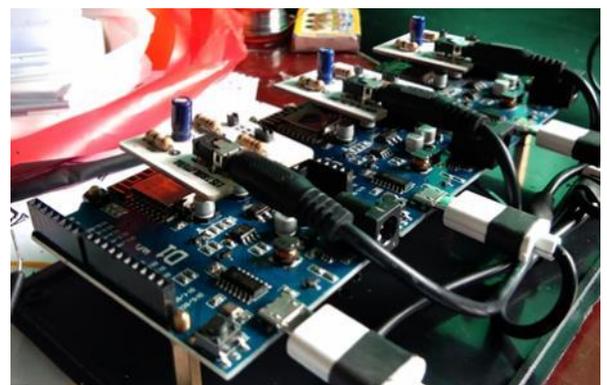
## III. PERANCANGAN SISTEM

### A. Konverter Arus Menjadi Tegangan

Untuk menentukan nilai  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  dan  $C_1$  pada Gbr. 2, mula-mula ditentukan nilai  $V_{MP}$  dan arus primer maksimal. Sesuai *datasheet* SCT013 [8], arus maksimal yang dapat diukur adalah 100A (rms), sehingga  $I_{P(max)} = 100 \times \sqrt{2} A = 141,4 A$ , dan  $V_{MP}$  disetting 2.5 Volt karena tegangan maksimal input ADC adalah 5V. Oleh karena  $V_{MP} = 2.5V$ , maka  $R_1 = R_2$  dan nilainya berkisar antara 10k ohm sampai dengan 470k ohm [10]. Dan oleh karena  $I_{P(max)} = 141.4A$ , maka  $I_{S(max)} = 0.07855A$ , dan  $R_3 = 31.84$  ohm. Nilai  $R_3$  terdekat yang ada di pasaran adalah 33 ohm.

### B. Integrasi Perangkat

Integrasi perangkat pada sisi detektor yang juga disebut *client*, berupa Wemos D1, Sensor SCT013, konverter arus ke tegangan, dan power supply ditunjukkan pada Gbr 3. Konverter arus menjadi tegangan dibuat dalam bentuk PCB *Board* berwarna putih untuk memudahkan instalasi. Sedangkan tegangan 5V masuk ke sistem mikrokontroler melalui *port* MicroUSB.



Gbr 3 Integrasi Perangkat Client

Di sisi server, disiapkan sebuah miniPC dengan prosesor intel celeron, RAM 2GB, dan HDD 320GB. MiniPC ini disambungkan dengan piranti *keyboard*, *mouse*, dan dilengkapi dengan sebuah monitor yang diletakkan pada ruang tim teknisi agar dapat dimonitor setiap saat. *Software* yang

dibutuhkan di sisi server diantaranya *operating system windows7* dan XAMPP.

### C. Desain Detektor Gangguan

Cara kerja detektor yang dibuat adalah client mengirimkan data arus pada kabel yang diukur kepada server melalui jaringan IP, dimana tampilan server dapat dimonitor melalui *web browser*, dan dapat dibuka oleh pengguna PC maupun *smartphone*. Data arus diambil dan dikirimkan ke server setiap 2 detik dengan protokol UDP. Detektor tidak dilengkapi dengan *backup battery*, sehingga detektor mati ketika tidak ada catu daya listrik. Algoritma deteksi putusnya jaringan listrik dibuat sesederhana mungkin sesuai cara kerjanya, yaitu:

- Masing-masing *client* memiliki kode untuk membedakan satu *client* dengan *client* lainnya. Kode ini digunakan untuk *mapping* tampilan *webserver* yang di-*match*-kan dengan jaringan yang sedang dimonitor.
- *Client* mengambil data arus yang langsung diteruskan ke server
- Kondisi normal, jaringan berwarna hijau, adalah ketika server menerima data dari *client* dan data arus lebih tinggi dari 0A.
- Kondisi siaga, jaringan berwarna kuning, adalah ketika server tidak menerima perubahan data dari *client* selama lebih dari 10 detik dan data arus terakhir lebih tinggi dari 0A.
- Kondisi darurat, jaringan berwarna merah, adalah ketika data arus menunjukkan angka 0A atau saat server tidak menerima perubahan data dari client selama lebih dari 60 detik.

### D. Setting IPv4 pada Client dan Server

*Client* dan server berkomunikasi menggunakan jaringan IP dengan setting perangkat sebagai berikut:

#### Clients

- Tersambung pada Wifi
- SSID target : *wifi@ITERA*
- IP *Dynamic*

#### Server

- Tersambung pada wired LAN
- IP *static*, 192.168.10.158/24

IP server dibuat statis karena *client* didesain untuk mengirimkan paket ke IP address yang sudah ditentukan.

### E. Instalasi Perangkat Prototipe

Untuk menguji prototipe yang sudah dibuat, dilakukan uji laboratorium dan uji lapangan. Sensor arus diklipkan pada kabel yang akan diukur dan memastikan posisi *device* ter-cover oleh jaringan WiFi dengan SSID *wifi@ITERA*. Pada Gbr. 4 ditunjukkan proses instalasi perangkat pada jaringan listrik *existing* dengan pendampingan dari Tim Teknisi Listrik.



Gbr. 4 Instalasi Perangkat dengan Pendampingan Teknisi

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

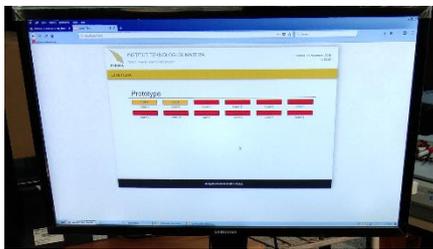
### A. Pengujian Sistem

Pengujian sistem terbagi menjadi 2 tahap. Yaitu pengujian level laboratorium, dan pengujian pada jaringan listrik sebenarnya. Pengujian level laboratorium dimaksudkan untuk mengetahui kesiapan sistem yang dirancang, untuk meminimalisir kesalahan saat diuji pada jaringan listrik *existing*.

#### 1) Hasil Pengujian Laboratorium

Pengujian dengan menggunakan 2 sensor difokuskan pada fungsi utama sistem, yaitu pengiriman data arus listrik ke server melalui jaringan IP, dan melihat respon server terhadap data arus yang diterima. Poin-poin hasil pengujian laboratorium diantaranya:

- Server menerima data arus yang dikirimkan dari *client* sesuai mapping yang dibuat.
- Saat diuji dengan bohlam 50-Watt, arus yang terbaca tetap 0A, namun saat diuji dengan *table saw* berdaya 1800-Watt, arus yang terbaca 7.63A dan jaringan berwarna hijau.
- Saat jaringan diputus, butuh waktu kurang lebih 3 detik sampai *webserver* menunjukkan arus 0A, dan warna jaringan berubah merah.
- Saat power supply detektor dicabut, butuh waktu kurang lebih 14 detik sampai warna jaringan berubah kuning seperti tampak pada Gbr 5, dan akhirnya berubah menjadi merah setelah 64 detik.

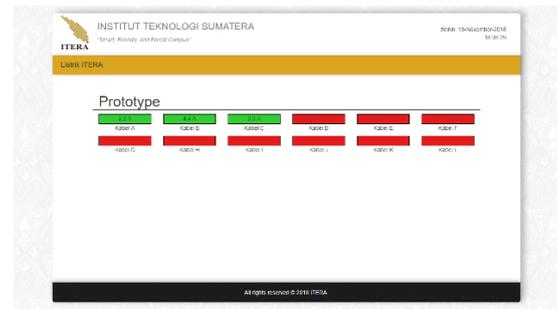
Gbr 5 *Webserver* Saat Pengujian Laboratorium

Dari hasil pengujian ini diketahui sistem yang dirancang sudah sesuai dengan desain yang diinginkan. Waktu *delay* sebesar 3 detik sejak terjadinya gangguan sampai ditunjukkan pada *webserver* terjadi karena proses *sampling* detektor yang didesain setiap 2 detik, *delay* pengiriman dari *client* ke server, pemrosesan informasi oleh server dan *refresh rate webserver* yang didesain setiap 2 detik. *Delay* sebesar 3 detik ini sudah dianggap cepat oleh tim teknisi listrik.

Pengujian dengan bohlam 50-Watt yang tidak terbaca oleh sensor arus menunjukkan ada ambang batas tertentu agar sensor arus dapat menghasilkan arus induksi. Hal ini disimpulkan setelah sistem dapat menunjukkan arus *table saw* 1800-Watt sebesar 7.63 A.

## 2) Hasil Pengujian Pada Jaringan Listrik ITERA

Hasil pengujian di lapangan tidak berbeda jauh dengan hasil pengujian di laboratorium. Tiga *client devices* yang ditempatkan di tiga gedung yang berbeda mampu mengirimkan data ke server seperti ditunjukkan pada Gbr 6.

Gbr 6 *Webserver* Saat Pengujian di Lapangan

Sedikit perbedaan hasil pengujian terdapat pada *delay* informasi antara *client* dan server. Diketahui bahwa salah satu gedung terhubung ke dalam jaringan IP melalui teknologi *wireless* sedang dua gedung yang lain terhubung melalui teknologi serat *optic*. Hasil pengujian *delay* menunjukkan bahwa gedung yang terhubung melalui serat *optic* mengirimkan data dengan *delay* rata-rata 4 detik. Sedangkan gedung yang terhubung secara *wireless* memiliki *delay* informasi rata-rata 6 detik. Lebih besar daripada hasil pengujian laboratorium, namun masih dalam batas wajar.

## 3) Pengujian Sensor Arus

Tujuan pengujian ini bukan untuk mengukur akurasi sensor, karena ketiadaan alat standar yang dapat dijadikan referensi. Tujuan dari pengujian ini adalah melihat respon sensor terhadap perubahan arus listrik. Informasi ini dianggap penting untuk mengantisipasi *false alarm*. Ditunjukkan pada Gbr 7, uji sensor dilakukan dengan membandingkan hasil ukur pada alat referensi berupa tang ampere merk Krisbow bertipe KW06-287 dan tampilan *webserver*. Hasil pengujian dirangkum pada Tabel I.

Tabel I Hasil Uji Respon Sensor

No	Hasil Ukur Sensor	Hasil Ukur Krisbow	Selisih
1	7.58 A	6.8 A	0.78 A
2	17.44 A	16.2 A	1.24 A
3	32.72 A	30.1 A	2.62 A
4	44.46 A	40.6 A	3.86 A



Gbr 7 Proses Uji Akurasi Sensor Arus

Dari Tabel I diketahui bahwa hasil pembacaan sensor sudah cukup mewakili alat referensi. Hasil ukur sensor arus selalu lebih tinggi daripada hasil ukur tang ampere dengan selisih rata-rata sebesar 8.5%. Dari hasil ini disimpulkan bahwa kemungkinan terjadinya *False Alarm* karena respon sensor adalah sangat kecil. Sensor arus terbukti memberikan respon perubahan arus yang baik, meski belum dapat ditentukan akurasi.

### B. Harga Prototipe

Untuk membandingkan harga prototipe dengan harga produk serupa di pasaran yang disebutkan pada bagian I, spesifikasi perangkat perlu disamakan. Meski bukan perbandingan yang seimbang, karena fungsi dan fitur yang ditawarkan berbeda, namun perbandingan ini cukup mewakili perkiraan biaya untuk mendapatkan fitur utama yang dibutuhkan ITERA.

Produk Scheiner dan Emporia yang menjadi pembanding memiliki 2 sensor. Sehingga penghitungan harga detektor juga dihitung untuk 2 buah sensor. Harga untuk perangkat client yang terdiri dari 2 sensor SCT013-000, 2 modul Wemos D1, rangkaian *converter* arus ke tegangan, dan power supply adalah senilai Rp. 249.500 dengan rincian ditunjukkan pada Tabel.

Tabel 2. Rincian Harga Client Device

Qty	Nama Barang	Harga Satuan	Nominal
2	Modul Wemos D1	48.000	96.000
2	SCT013-000	65.000	130.000
1	Power Supply	14.000	14.000
1 set	Konverter Arus ke Tegangan	9.500	9.500
Total			249.500

Harga untuk server tidak dimasukkan dalam perhitungan karena akan disatukan dengan server utama ITERA dengan subdomain tersendiri, sehingga biaya server dapat diabaikan.

Dari perbandingan harga tersebut, harga detektor yang didesain jauh lebih rendah bila dibandingkan dengan produk yang *existing* di pasaran. Jumlah client dapat ditambah sesuai kebutuhan dengan sedikit perubahan pada koding server. Adapun fitur dan fungsi lainnya, sangat mungkin dikembangkan dengan mengubah koding baik dari sisi *client* maupun device.

## V. KESIMPULAN

Dalam artikel ini, dijelaskan tentang perancangan prototipe detektor gangguan listrik berbiaya rendah untuk keperluan monitoring jaringan listrik di ITERA. Sistem yang dirancang mampu memenuhi ekspektasi laporan gangguan listrik secara cepat dengan *delay* informasi masih dalam toleransi yang dapat diterima. Harga detektor yang dirancang juga jauh lebih murah daripada produk yang dijual dipasaran. Fungsi dan fitur detektor yang dirancang, sangat mungkin untuk dikembangkan lebih lanjut pada penelitian-penelitian berikutnya.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai oleh Institut Teknologi Sumatera melalui Program Hibah Mandiri ITERA tahun 2018 dengan nomor kontrak 199/IT9.C1/PP/2018.

## REFERENSI

- [1] Schneider, "Wiser Energy, Home Energy Monitor, Wifi, with 1 pair of CTs." [https://www.se.com/us/en/product/WISERE\\_M/wiser-ene](https://www.se.com/us/en/product/WISERE_M/wiser-ene).
- [2] Emporia, "Gen 2 Emporia Vue Whole Home Energy Monitor." <https://shop.emporiaenergy.com/collections/emporia-products/products/gen-2-emporia-vue-whole-home-energy-monitor>.
- [3] B. G. Melipurbowo, "Pengukuran Daya Listrik Real Time Dengan Menggunakan

- Sensor Arus Acs.712,” *Pengukuran Daya List. Real Time Dengan Menggunakan Sens.*, vol. 12, no. 1, pp. 17–23, 2016.
- [4] F. Afrizal, K. Endah, and G. Herri, “Rancang bangun alat monitoring arus dan tegangan berbasis mikrokontroler dengan SMS gateway,” *Electr. Rekayasa dan Teknol. Elektro*, vol. 10, no. 2, pp. 87–98, 2016.
- [5] R. Mohamad, “Rangkaian Listrik,” *Erlangga Jakarta*, 2008.
- [6] “SCT013-000.”  
<https://learn.openenergymonitor.org/electricity-monitoring/ct-sensors/files/CT6.jpg>.
- [7] A. H. Shajahan and A. Anand, “Data acquisition and control using Arduino-Android platform: Smart plug,” in *2013 International Conference on Energy Efficient Technologies for Sustainability*, 2013, pp. 241–244, doi: 10.1109/ICEETS.2013.6533389.
- [8] seeedstudio, “SCT-013-000.”  
<http://statics3.seeedstudio.com/assets/file/bazaar/product/101990029-SCT-013-000-Datasheet.pdf>.
- [9] H. M. Jogiyanto, *Sistem teknologi informasi*. Yogyakarta: Andi, 2005.
- [10] Openenergymonitor, “CT Sensors.”  
<https://learn.openenergymonitor.org/electricity-monitoring/ct-sensors/interface-with-arduino>.