

## AKUISISI DATA AUDIT ENERGI GEDUNG BERBASIS CURRENT SENSOR

Mariana Syamsudin<sup>1</sup>, Wendhi Yuniarto<sup>2</sup> dan Yunita<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Elektro, Teknik Informatika, Politeknik Negeri Pontianak

<sup>2,3</sup>Jurusan Teknik Elektro, Teknik Elektronika, Politeknik Negeri Pontianak

Email : [1marianasyamsudin@gmail.com](mailto:marianasyamsudin@gmail.com), [2wendhi\\_yuniarto@yahoo.co.id](mailto:wendhi_yuniarto@yahoo.co.id),  
[3yunita.florez@gmail.com](mailto:yunita.florez@gmail.com)

### ABSTRAK

*Politeknik merupakan lembaga pendidikan vokasi yang memiliki kekhususan dalam intensitas konsumsi energi listrik. Bangunan gedung Politeknik Negeri Pontianak (POLNEP) menggunakan sumber energi listrik yang disuplai oleh PT. PLN (Persero) sebagai suplai utama dan merupakan konsumen TM (tegangan menengah). Dilihat dari data beban kelistrikan, prosentase beban terpasang terhadap variasi beban menunjukkan bahwa sebagian besar atau 45,76% dari keseluruhan beban kelistrikan pada kompleks bangunan gedung Politeknik Negeri Pontianak adalah beban pada peralatan praktek (laboratorium dan bengkel).*

*Kegiatan audit energi di POLNEP dimaksudkan untuk mengetahui kondisi nyata sistem kelistrikan serta dengan melakukan langkah audit energi akan dapat diketahui profil penggunaan energi (penggunaan energi aktual gedung dan perangkatnya) serta mengetahui peluang penghematan energi yang paling tepat, tanpa mengurangi kualitas, kenyamanan dan tingkat pelayanan. Untuk mempermudah kegiatan pengumpulan dan validasi data kelistrikan gedung digunakan sensor arus (Custom Current Sensor).*

*Hasil dari audit energi awal yang telah dilakukan, diperoleh data hasil perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik per satuan luas kotor (gross) kompleks bangunan gedung Politeknik Negeri Pontianak berdasarkan data sekunder konsumsi energi dari rekening pembayaran listrik pada tahun 2014 yaitu sebesar 63,37 kWh/m<sup>2</sup> per tahun, tahun 2015 sebesar 62,30 kWh/m<sup>2</sup> per tahun dan pada tahun 2016 sebesar 44,79 kWh/m<sup>2</sup> per tahun. Angka IKE tersebut masih berada jauh dibawah batas standar (target IKE) yang ditentukan sehingga dapat dikatakan bahwa nilai IKE ini masih sangat efisien.*

**Kata kunci:** *Audit Energi, Politeknik, Sensor Arus*

### PENDAHULUAN

Energi merupakan kebutuhan dasar dalam mendukung kegiatan masyarakat khususnya dalam kegiatan ekonomi, pendidikan dan sosial masyarakat. Khusus di Indonesia, upaya konservasi energi ini sangatlah penting mengingat besarnya perbandingan antara sisi pengguna dan penyedia. Sebagian besar suplai energi listrik di Indonesia masih tergantung dengan suplai dari PT. PLN Persero dan sumberdaya yang dimanfaatkan untuk

menghasilkan energi listrik berasal dari sumberdaya alam tidak terbarukan (fossil fuel). Sementara dari sisi pengguna menggantungkan semua kegiatan dengan bantuan listrik. Kondisi ini menyebabkan kelangkaan dan mahalnya harga energi sehingga dapat menjadi pemicu permasalahan nasional dan global yang berdampak luas bagi kehidupan masyarakat, baik untuk keperluan rumah tangga, industri, pendidikan dan transportasi.

Seiring dengan permasalahan energi yang muncul, maka perlu dilakukan efisiensi dan evaluasi penggunaan energi. Pelaksanaan penghematan energi disektor pendidikan juga menjadi perhatian utama, khususnya pada lembaga pendidikan vokasi, yaitu Politeknik yang memiliki kekhususan dalam intensitas konsumsi energi listrik. Dalam kaitannya dengan evaluasi penggunaan energi dalam bangunan gedung maka diperlukan audit energi.

Penelitian ini difokuskan pada kegiatan akuisisi data untuk keperluan audit energi awal untuk masing-masing ruangan yang akan menghasilkan nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) pada masing-masing ruangan. Kegiatan pengumpulan data dilakukan di Politeknik Negeri Pontianak sebagai objek penelitian.

### **Tinjauan Pustaka**

Kajian tentang penggunaan Custom Current Sensor dari Prodec Sensor Data Acquisition Remote Training v0.8 diperoleh disain modul sensor yang terdiri dari tiga bagian utama yaitu : sensor arus, rangkaian antar muka dan modul espectro. Sensor arus ini akan digunakan untuk pengukuran arus pada masing-masing ruangan.

Penelitian yang berhubungan dengan audit energi dan solusi yang ditawarkan dilakukan oleh Apriyanto dan Ciptomulyono [7] pada bangunan Surabaya Plaza Hotel menyatakan bahwa hasil pengolahan data menggunakan metode PROMETHEE dengan beberapa pembobotan kriteria antara lain; Kriteria ekonomi, kriteria Customer, kriteria Sumber Daya Manusia (SDM) atau tenaga kerja dan reputasi Hotel didapatkan rekomendasi alternatif jenis konservasi yang optimal adalah Pelatihan dan pengembangan SDM.

Penelitian terkait lainnya dilakukan oleh Adiprama dan Ciptomulyono[6] pada RSUD Haji Surabaya menyimpulkan terdapat 4 (empat) jenis alternatif peluang penghematan energi yang dapat

diterapkan di RSUD Haji Surabaya, yaitu; Perubahan SOP fasilitas rumah sakit, penyesuaian desain rumah sakit, penerapan teknologi hemat energi, pelatihan dan pengembangan sumber daya manusia. Alternatif penghematan energi yang direkomendasikan untuk diterapkan pada RSUD Haji Surabaya adalah Perubahan SOP fasilitas rumah sakit.

Dari uraian beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya maka penelitian yang dilakukan saat ini difokuskan pada proses akuisisi data menggunakan sensor arus untuk keperluan audit energi awal pada lembaga pendidikan khususnya Politeknik yang mempunyai kekhususan dalam penggunaan energi listrik.

### **METODE PENELITIAN**

Garis besar rencana penelitian secara terperinci akan dilakukan secara bertahap. Berikut adalah langkah-langkah yang akan dilakukan dalam melakukan penelitian :

1. Identifikasi Masalah  
Untuk mengetahui lebih detail tentang ruang lingkup permasalahan yang akan diteliti dilakukan identifikasi masalah. Dalam identifikasi masalah, dapat diketahui jenis masalah dan mengetahui penyebab dari masalah tersebut.
2. Studi Pendahuluan  
Studi pendahuluan dilakukan melalui pengenalan gambaran umum sistem kelistrikan di Politeknik Negeri Pontianak, mengamati aktivitas pada politeknik terutama yang berhubungan dengan data beban kelistrikan seperti prosentase beban terpasang, pembebanan pada sistem tata udara (Air Conditioning), beban penerangan dan beban-beban lainnya
3. Studi Pustaka  
Studi pustaka yang dilakukan adalah mempelajari referensi yang mendukung topik penelitian yang akan diangkat, diantaranya materi audit energi dan sensor arus.

4. Perumusan Masalah  
Setelah mengetahui permasalahan yang ada di politeknik maka langkah selanjutnya yang akan dilakukan adalah menetapkan perumusan masalah.
  5. Pengumpulan Data  
Data yang akan dikumpulkan meliputi data rekening listrik Politeknik Negeri Pontianak selama 3 tahun terakhir dan data historis penggunaan daya listrik. Metode pengumpulan data yang akan digunakan adalah sebagai berikut :
    - a. Wawancara, melakukan proses pengambilan data dengan cara diskusi dan wawancara dengan pihak-pihak yang terlibat didalam permasalahan konservasi energi.
    - b. Dokumentasi, meliputi pengumpulan data struktur organisasi politeknik, luas bangunan, aktivitas di dalam gedung, data rekening listrik dan data pendukung lainnya.
  6. Proses Audit Energi Awal  
Audit energi awal pada prinsipnya dapat dilakukan pemilik atau pengelola bangunan gedung yang bersangkutan berdasarkan data rekening pembayaran energi yang dikeluarkan dan pengamatan visual.
    - c) Diagram satu garis listrik, lengkap dengan penjelasan penggunaan daya listriknya dan besarnya penyambungan daya listrik PLN serta besarnya daya listrik cadangan dari diesel Generator Set.
2. Pembayaran listrik bulanan bangunan gedung selama satu tahun terakhir dan rekening pembelian bahan bakar minyak (bbm), bahan bakar gas (bbg), dan Air.
  3. Tingkat Hunian Bangunan (Occupancy Rate).

### Sensor Arus

Persyaratan untuk satu audit energi seperti identifikasi dan perhitungan energi mengharuskan pengukuran-pengukuran, dimana pengukuran ini menggunakan instrumen- instrumen. Instrumen-instrumen ini harus fleksibel, tahan lama mudah untuk dioperasikan dan secara ekonomis relatif murah. Secara umum parameter-parameter yang dimonitor selama audit energi meliputi : Parameter dasar kelistrikan di arus bolak balik (AC) dan arus searah (DC), sistem tegangan (V), arus (Ampere), faktor daya , Daya Aktif (kWh), Daya Semu (kVA), Daya Reaktif (KVA<sub>r</sub>), Konsumsi Energi (kWh), Frekuensi (Hz), dan lain-lain.

Pada penelitian ini menggunakan alat ukur arus berbasis WSN yang akan memonitor nilai arus bolak balik (AC). Data hasil pengukuran akan dikirim melalui cloud computing ke komputer pusat untuk diolah lebih lanjut. Adapun tahapan dalam pembuatan alat ukur ini adalah:

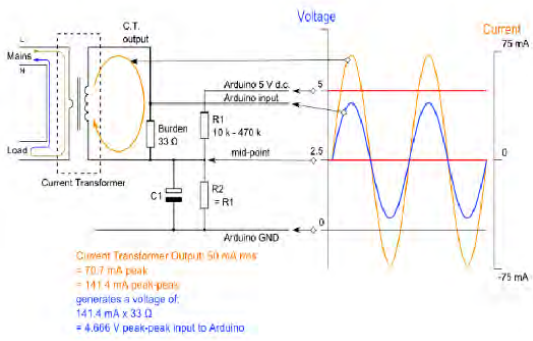
1. Membuat rangkaian antar muka sensor dan ESpectro

Sensor yang digunakan adalah Current Transformers (CTs) SCT-013 yang dapat digunakan untuk mengukur arus bolak balik hingga 100 Ampere. Rangkaian antar muka SCT-013 dengan arduino dapat dilihat pada gambar berikut.

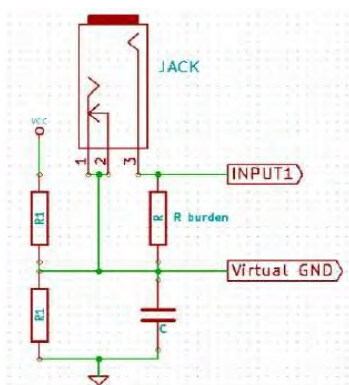
### Pengumpulan dan penyusunan data energi bangunan gedung

Kegiatan audit energi awal meliputi pengumpulan data energi bangunan gedung dengan data yang tersedia dan tidak memerlukan pengukuran. Data tersebut meliputi :

1. Dokumentasi bangunan yang dibutuhkan adalah gambar teknik bangunan sesuai pelaksanaan konstruksi (as built drawing), terdiri dari :
  - a) Tapak, denah dan potongan bangunan gedung seluruh lantai.
  - b) Denah instalasi pencahayaan bangunan seluruh lantai.

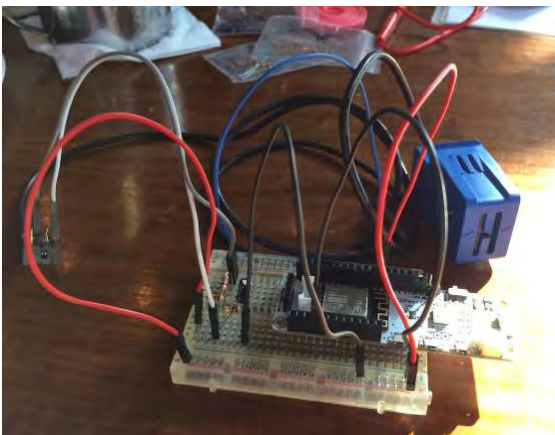


Gambar 1. Rancangan Antar Muka Arduino dan Sensor SCT-013  
 (sumber: <https://openenergymonitor.org/forum-archive/node/156.html>)



Gambar 2. Rangkaian konektor sensor menggunakan jack audio(Sumber: Procodec Sensor Data Acquisition Remote Training v0.8)

Dari rancangan tersebut dibuatlah rangkaian dengan spesifikasi nilai  $R1 = R2 = 10\text{ K}\Omega$ , Nilai R beban =  $33\Omega$ , dan nilai kapasitor  $C1$  sebesar  $10\mu\text{ F}$  yang dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3. Rangkaian Sensor CT SC-013

2. Instalasi perangkat lunak Arduino pada PC

Setelah membuat rangkaian maka langkah berikutnya adalah dengan menginstal perangkat lunak

3. Mengkoneksikan alat dan PC

Untuk menggunakan modul board ESPectro terlebih dahulu harus menyiapkan sebuah kabel konektor ke port USB komputer. Kemudian mengunduh perangkat lunak yang ada di bawah ini:

- Arduino software
- CLION
- Platform IO IDE
- EpsXLibrary
- PubSubClient
- AdaFruit BMP
- MQTT.fx.
- AzureIoT HubMQTT

4. Pengujian alat dalam pengukuran arus  
 Pengujian alat ukur ini dilakukan dengan mengukur arus yang melewati kabel listrik setelah diberi beban.

COM7	
204.73	0.89
208.17	0.91
201.33	0.88
203.29	0.88
180.40	0.78
37.14	0.16
36.28	0.16
34.76	0.15
33.96	0.15
38.74	0.17
40.49	0.18
42.77	0.19
43.18	0.19
48.52	0.21
45.93	0.20

Gambar 4. Hasil Pengujian Sensor Arus

Pada gambar 4.4 di atas dapat dilihat terdapat dua kolom pada gambar. Kolom pertama merupakan nilai tegangan yang terukur dan kolom kedua merupakan nilai arus yang melewati beban.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengukuran dan validasi data pada masing-masing gedung dan dukungan dari data sekunder yang diperoleh dari audit energi sebelumnya, dapat diamati bahwa konsumsi energi listrik gedung Politeknik Negeri Pontianak pada tahun 2014 setiap bulan rata-rata sekitar 184.519 kWh dengan konsumsi energi listrik total mencapai 2.214,229 MWh per tahun (data tahun 2014). Pada tahun 2015, konsumsi rata-rata energi listrik per bulan mengalami sedikit penurunan menjadi 181.387 kWh dengan konsumsi energi listrik secara total 2.176,640 MWh. Sedangkan pemakaian rata-rata perbulan untuk tahun 2016 mengalami penurunan sekitar 28,1%, menjadi 130.417 kWh dengan konsumsi energi listrik secara total 1.565,001 MWh. Faktor penurunan konsumsi energi listrik ini dikarenakan Politeknik Negeri Pontianak sedang dalam proses pembangunan gedung, salah satu gedung yang direnovasi dan akan dialih fungsikan adalah gedung auditorium, perumahan karyawan dan pabrik mini sawit. Sehingga selama tahun 2016 gedung-gedung tersebut sudah tidak dialiri listrik.

Perhitungan audit awal Intensitas Konsumsi Energi Listrik pada Politeknik Negeri Pontianak dilakukan dengan melihat data sekunder konsumsi energi dari rekening pembayaran listrik pada tahun 2014, 2015 dan tahun 2016 yang dikaitkan dengan luas kotor (gross)

bangunan kompleks Politeknik Negeri Pontianak yaitu seluas 34.940 m<sup>2</sup>.

Data hasil perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik per satuan luas kotor (gross) kompleks bangunan gedung Politeknik Negeri Pontianak berdasarkan data sekunder konsumsi energi dari rekening pembayaran listrik pada tahun 2014 yaitu sebesar 63,37 kWh/m<sup>2</sup> per tahun, tahun 2015 sebesar 62,30 kWh/m<sup>2</sup> per tahun dan pada tahun 2016 sebesar 44,79 kWh/m<sup>2</sup> per tahun. Angka IKE tersebut masih berada jauh dibawah batas standar 240 kWh/m<sup>2</sup>/tahun (target IKE ASEAN-USAID) yang ditentukan sehingga bisa dikatakan bahwa nilai IKE ini masih sangat efisien.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Dari kegiatan pengumpulan data pengolahan data penelitian diperoleh :

### Kesimpulan

1. Sensor arus yang digunakan dalam proses pengambilan dan validasi data beban dapat bekerja dan digunakan dengan baik.
2. Intensitas Konsumsi Energi di Politeknik Negeri Pontianak masih sangat efisien.

### Saran

Walaupun IKE Politeknik Negeri Pontianak termasuk sangat efisien, pada penelitian lanjutan dapat tetap dilakukan audit energi rinci dalam upaya untuk menemukan alternatif kegiatan efisiensi yang akan diterapkan di lingkungan Politeknik.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] IEA. 2014. Global Tracking Framework. International Energy Agency. Worldbank.

- [2] BPPT, 2014. Outlook Energi Indonesia 2014. Jakarta. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi.
- [3] ICED, 2013. Energy Management System. Makalah pada seminar Hotel Benchmarking Tools and Strategic Energy Management Pilot Program. Jakarta. USAID
- [4] Tim Audi energi, 2013. Laporan Audit Energi Polnep tahun 2013. Pontianak.
- [5] Putri, A.D, Sugiono, 2013, Pemilihan Alternatif Peluang Hemat Energi Listrik Dengan pendekatan metode ANP dan PROMETHEE, malang, Universitas Brawijaya
- [6] Adipramadan, T.R., Ciptomulyono, U., (2012), Audit Energi dengan Pendekatan Metode MCDM-PROMETHEE untuk Konservasi serta Efisiensi Listrik di Rumah Sakit Haji Surabaya, Unpublished Thesis, Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- [7] Apriyanto, H., Ciptomulyono., U., (2012), audit Energi dan Analisis Pemilihan Alternatif Manajemen energy Hotel dengan Pendekatan Metode MCDM-PROMETHEE, Unpublished Thesis, Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- [8] ProcodeCG sensor Data Aquisition Remote Training Handout V.8
- [9] Dycodec “Buku Panduan Espectro Development Board” , [Online Pdf], <https://shop.makestro.com/product/espectro-core/> (diakses pada tanggal 13 September 2017, pukul 21.40 WIB)
- [10] Mariana Syamsudin, Wendhi Yuniarto, Yunita, (2017), Penentuan Prioritas Efisiensi Energi Listrik Menggunakan Metode Fuzzy Logic, Prosiding Sistem Informasi dan Teknologi, [www.iaii.or.id](http://www.iaii.or.id)