

Audit Kelistrikan pada Gedung Administrasi Niaga (AB) dan Akuntansi (AC) Politeknik Negeri Malang

Ahmad Hermawan^{*a)}, B. E. Prasetyo^{a)}, Chandra Wiharya^{a)}, Roby Tri Styahutama^{a)}

(Artikel diterima: Januari 2021, direvisi: Februari 2021)

Abstract: *This study aims to analyze the average consumption of electrical energy and the Intensity of Energy Consumption (IKE) and the effect of temperature of electrical equipment in the main panel of the AB and AC buildings on the applicable electrical standards in the AB and AC buildings of Politeknik Negeri Malang. From the research, the results of the average consumption of electrical energy in each building are 2591.96 kWh and 1799.74 kWh per month, the value of Energy Consumption Intensity (IKE) is 34.55 kWh / m² and 34.11 kWh / m², both results fall into the category of energy use. very efficient, all the equipment in the panels of the two buildings is in good condition according to the PLN SK DIR 520 2014 book, the highest temperature value of the safety equipment is 32.8 °C at NH Fuse T. this is due to the current flowing of 34.29A, the value of the equipment with the lowest temperature of 27.8 C on MCB C16 with a maximum standard of 45 C, the current conductive capacity is still in accordance with using a 2.5 mm² cable with KHA 46 A, while the load current for each branch is protected by MCB 10 A. For cooling in rooms that use AC The split is 28,000 BTU / hour and it is still below the standard of 38,000 BTU / hour.*

Keywords: *energy, energy consumption (IKE), equipment lighting, temperature.*

Abstrak: Penelitian ini bertujuan menganalisis konsumsi rata - rata energi listrik dan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) dan pengaruh temperatur peralatan kelistrikan dalam panel utama gedung AB dan AC terhadap standart kelistrikan yang berlaku pada gedung AB dan AC Politeknik Negeri Malang . Dari penelitian didapatkan hasil konsumsi energi listrik rata – rata pada masing – masing gedung sebesar 2591.96 kWh dan 1799.74 kWh perbulan, nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) sebesar 34.55 kWh/m² dan 34.11 kWh/m², kedua hasil tersebut masuk dalam kategori penggunaan energi yang sangat efisien, semua peralatan dalam panel kedua gedung tersebut dalam kondisi baik sesuai buku PLN SK DIR 520 2014, nilai suhu peralatan pengaman tertinggi sebesar 32,8 °C pada NH Fuse T. hal ini disebabkan karena arus yang mengalir sebesar 34,29A, nilai peralatan dengan suhu terendah sebesar 27,8°C pada MCB C16 dengan standart maksimal 45°C, kemampuan hantar arus konduktor masih sesuai dengan menggunakan kabel 2,5 mm² dengan KHA 46 A sedang arus beban tiap cabang dengan pengaman MCB 10 A. Untuk pendingin di ruangan yang menggunakan AC Split sebesar 28000 BTU/jam dan masih dibawah standar yaitu 38000 BTU/jam.

Kata kunci: energi, efisien, lensitas konsumsi energi (IKE), peralatan,penerangan, suhu

1. Pendahuluan

Penggunaan energi listrik masa sekarang ini telah berkembang pesat di segala aspek kehidupan, seiring dengan itu energi yang dibangkitkan oleh generator semakin besar, maka tegangan system transmisi juga semakin tinggi untuk meningkatkan efektifitas dalam menyalurkan daya listrik yang dibutuhkan konsumen yang semakin besar, untuk menjamin keandalan dalam penyaluran energi listrik dari pembangkit sampai beban dibutuhkan sistem pengaman atau proteksi yang sesuai serta memenuhi persyaratan standar. Selain itu untuk mengantisipasi kejadian kejadian atau penyimpangan penyimpangan pada jaringan sistem tenaga listrik perlu dilakukan audit kelistrikan dan monitoring secara pada sistem tenaga listrik.

Jurusan Administrasi Niaga Politeknik Negeri terletak di gedung AB, dan jurusan Akuntansi di Gedung AC kedua jurusan ini merupakan jurusan sosial yang aktifitas pembelajaran cukup padat, baik perkuliahan, praktikum dan kantor admistrasi jurusan terletak di gedung AB dan AC, pembangunan gedung AB dan AC serta pemakaiannya sudah diatas 10 tahun sehingga instalasi listrik atau sistem kelistrikan telah terjadi perubahan dengan penambahan beban seperti AC, Laboratoium dan peralatan lain sehingga bertambahnya beban listrik akan menyebabkan arus yang mengalir pada instalasi dan peralatan pengaman listrik.

Audit energi dan kelistrikan adalah suatu analisis terhadap konsumsi energi dan system kelistrikan dalam sebuah sistem yang menggunakan energi, seperti gedung bertingkat, pabrik. Hasil dari audit energi dan kelistrikan adalah laporan tentang bagian yang mengalami pemborosan energi.

2. Tinjauan Pustaka

2.1.1 Konservasi Energi

Konservasi energi adalah prinsip dasar untuk melakukan penghematan energi tanpa mengurangi kenyamanan, keamanan, maupun produktivitas kerja. Konservasi energi ini memiliki tujuan untuk meminimalkan kosumsi energi dengan cara penghematan sehingga dapat diperoleh pengelolaan energi yang efisien.

2.2 Audit Energi

Audit energi merupakan usaha atau kegiatan untuk mengidentifikasi jenis dan besarnya energi yang digunakan pada bagian- bagian operasi suatu industri atau pabrik atau bangunan dan mencoba mengidentifikasi kemungkinan penghematan energi.

Dalam proses audit ini di bagi menjadi empat bagian yaitu :

a. Audit Singkat (*Walk-Through Audit*)

Merupakan audit energi dengan tingkat kegiatan paling rendah,

* Korespondensi: ahmad.hermawan@polinema.ac.id

a) Prodi Sistem Kelistrikan, Jurusan Teknik Elektro, Polinema.
Jalan Soekarno-Hatta No. 9 Malang 65141

yaitu level 1 (satu). Audit ini bertujuan untuk mendapatkan gambaran umum pengelolaan energi.

b. *Audit Awal (Preliminary Audit)*

Audit energi awal dilakukan untuk menemukan gambaran umum data awal penggunaan energi dan memperkenalkan istilah-istilah seperti audit singkat dan survei 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. *Audit Rinci (Detail Audit)*

Audit energi rinci merupakan tindak lanjut yang dilakukan jikalau dari analisis sebelumnya nilai IKE lebih besar dari nilai target yang ditentukan. Audit energi rinci juga perlu dilakukan untuk mengetahui profil penggunaan energi pada bangunan gedung selain itu dalam audit rinci dilakukan pengukuran-pengukuran lebih rinci, sebagai dasar untuk melakukan evaluasi lebih lengkap.

2.3 Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

IKE (Intensitas Konsumsi Energi) listrik merupakan istilah yang digunakan untuk mengetahui besarnya pemakaian energi pada suatu sistem bangunan. Energi yang dimaksudkan dalam hal ini adalah energi listrik:

Tabel 1. Standar IKE pada Bangunan Gedung di Indonesia

NO	Jenis Gedung	IKE per tahun kWh/m ²
1	Perkantoran dan Pendidikan	240
2	Pusat Perbelanjaan	330
3	Hotel dan Apartement	300
4	Rumah Sakit	380

Kategori diatas berdasarkan jumlah energi yang digunakan per tahun (kWh), luas lantai total (m2) dan jam operasi per tahun (2000 jam).

2.4 Sistem Tata Udara

Audit energi sistem tata udara bertujuan untuk mengetahui kondisi suhu dan kelembaban dalam suatu ruangan dan mengetahui efisiensi penggunaan peralatan penyejuk udara. Sesuai dengan SNI 03-6572-2001 kenyamanan thermal dalam ruangan ditentukan oleh 3 faktor yaitu:

- a. Nyaman dan sejuk, berkisar pada temperatur efektif 20,50°C – 22,80°C
- b. Nyaman dengan optimal, berkisar pada temperatur 22,80°C – 25,80°C
- c. Hangat tapi tetap nyaman, berkisar pada temperatur 25,80°C – 27,10°C

Untuk perhitungan beban pendingin pada suatu ruangan memakai atau sesuai dengan perhitungan pada Service Hand Book Air Conditioner PT. National Gobel.

2.5 Sistem Pencahayaan

Dalam sebuah bangunan penggunaan energi pencahayaan atau penerangan sangat bervariasi yaitu diantara 10 – 30% dari

total penggunaan energi listrik. Meskipun dalam pencahayaan bukan pengguna energi terbesar namun penghematan energi pada sistem pencahayaan dapat memberikan kontribusi yang cukup besar dalam proses penghematan energi.

Tingkat pencahayaan yang baik adalah pencahayaan yang sesuai dengan sifat pekerjaan yang dilakukan termasuk di dalamnya panjang waktu kerja, umur penghuni dan lain-lain. Menurut SNI 03-6197-2000 rata – rata tingkat pencahayaan yang di rekomendasikan pada perkantoran dan gedung kampus adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Tingkat Pencahayaan rata-rata yang direkomendasikan

Fungsi Ruangan	Tingkat Pencahayaan (Lux)
Perkantoran	
Ruang Direktur	350
Ruang Kerja	350
Ruang Komputer	350
Ruang Rapat	300
Ruang Arsip	150
Ruang Arsip Aktif	300
Lembaga Pendidikan	
Ruang Kelas	250
Perpustakaan	300
Laboratorium	500
Ruang Gambar	750
Kantin	200

Perhitungan k atau factor ruangan terlebih dahulu dengan persamaan:

$$k = \frac{p \cdot l}{h \cdot (p + l)} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

- p : panjang ruangan (m)
- l : lebar ruangan (m)
- h : tinggi ruangan (m)

Perhitungan fluks cahaya total:

$$Qt = (\Sigma \text{lampu } 1 \times \text{Lumen lampu } 1) \dots \dots \dots (2)$$

Perhitungan lux (E) rata rata ruangan adalah sebagai berikut:

E rata – rata

$$= \frac{Q \text{ total } \times Kp \times Kd}{Luas \text{ Ruangan}} \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan:

- E rata-rata : kuat cahaya rata – rata dalam ruangan (lux)
- Qttotal : fluks cahaya total dalam ruangan (lumen)
- Kp : faktor depresiasi untuk masa pemeliharaan

2.6 Pengaruh Suhu Terhadap Konduktor

Konduktor adalah zat yang dapat menghantarkan arus listrik, pada sambungan konduktor dapat menghasilkan tahanan

sambungan (tahanan kontak). Sambungan yang memiliki tahanan kontak yang lebih besar dari tahanan konduktor akan mengakibatkan panas yang lebih tinggi pada sambungan tersebut (Hot Point), sehingga semakin besar arus listrik yang mengalir pada penghantar maka semakin tinggi temperaturnya. Untuk mengetahui suhu sambungan maka perlu dilakukan Inspeksi InfraRed Thermography yaitu adalah salah satu cara untuk predictive maintenance, data/hasil yang diperoleh dapat digunakan sebagai panduan untuk melakukan perbaikan (Overhaul) pada peralatan/komponen atau sistem.

Tabel 3. Rekomendasi Tindakan

Perbedaan temperature	Tindakan yang direkomendasikan
Jika beban pada saat uji thermovisi kurang 10% dari arus tertinggi yang pernah di capai	Periksa hasil ukur
Jika beda suhu maksimal lebih besar dan sama dengan 10	Kondisi baik
Jika beda suhu pada beban maksimal lebih besar sama dengan 10 tetapi kurang dari 25	Periksa saat HAR
Jika beda suhu pada beban maksimal lebih besar sama dengan 25 tetapi kurang dari 50	Perbaiki < 3 bulan
Jika beda suhu pada beban maksimal lebih besar sama dengan 50 tetap kurang dari 70	Segera perbaiki < 1 bulan
Jika beda suhu pada beban maksimal lebih besar dan sama dengan 70	Kondisi darurat < 3 hari

3. Metodologi

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada Januari 2020 – Nopember 2020 di Gedung AB dan AC Politeknik Negeri Malang.

3.2 Jenis Penelitian

Metode yang dipakai untuk penelitian dalam skripsi ini menggunakan audit jenis awal dan rinci, audit dengan cara pengambilan data berdasarkan pengukuran arus, tegangan, dan daya. Data – data tersebut akan digunakan untuk menentukan analisis konsumsi energi listrik yang terpakai pada gedung AA dan AB di Politeknik Negeri Malang.

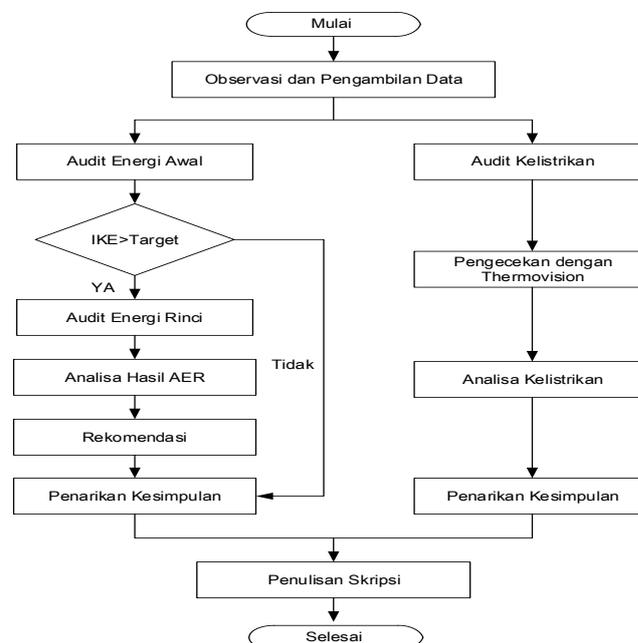
3.3 Variable Penelitian

Variabel yang di ambil dalam penelitian ini adalah dari jumlah pemakain energi awal yang di audit rinci sesuai dengan kondisi lapangan. Dalam audit energi awal ini akan dihitung besarnya intensitas konsumsi energi (IKE). Selanjutnya pada audit rinci ini juga akan di lakukan observasi penggunaan energi listrik pada sistem penerangan dan pendingin ruangan.

3.4 Metode Pengambilan Data

Metode pengambilan data meliputi studi literature, observasi, pengukuran, wawancara, analisa data lalu dilakukan audit energi awal untuk mengetahui hasil IKE awal dan jika hasil IKE tidak sesuai nantinya akan di audit rinci untuk mengevaluasi hasil audit awal sebelumnya.

3.1. Diagram Alir Pengerjaan Penelitian



Gambar 1 Diagram Alir Pengerjaan Penelitian

4. Analisis dan Pembahasan

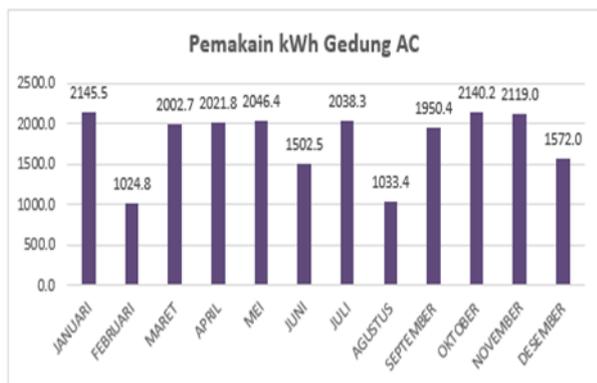
4.1. Konsumsi Energi

Data konsumsi energi berikut merupakan pemakaian kWh pada masing – masing gedung selama priode satu tahun yang digunakan untuk menentukan IKE pada setiap gedung:



Gambar 2 Grafik Pemakaian kWh di Gedung AB

Grafik pemakaian energi listrik pada Gedung AB di setiap bulan selama satu tahun pemakaian dan diukur menggunakan peralatan pengukuran energi listrik.



Gambar 3 Grafik Pemakaian kWh di Gedung AC

Setelah didapatkan data luasan total gedung dan total konsumsi pemakaian energy selama satu tahun pada dua gedung maka intensitas konsumsi energi pada kedua gedung dapat dihitung

4.2. Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

Perhitungan IKE total yang diasumsikan selama satu tahun untuk gedung AB dan AC adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Gedung AB} &: \frac{31103}{900} \\ &= 34,55 \text{ kWh/m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Gedung AC} : \frac{21596}{633} = 34,11 \text{ kWh/m}^2$$

Dari perhitungan IKE tersebut diperoleh hasil sebesar 34,55 kWh/m² untuk gedung AB dan 34,11 kWh/m² untuk gedung AC kedua hasil tersebut termasuk dalam kategori efisien sesuai pada tabel 1

4.3. Sistem Penerangan Gedung AB dan AC

Perhitungan kuat penerangan ruang dosen 1 :

Sebelum melakukan perhitungan untuk mendapatkan efisiensi ruangan maka hal pertama yang harus dilakukan adalah menghitung faktor ruangan (k). Berikut ini perhitungan faktor ruangan (k) untuk ruang dosen 1

Ruang Dosen 1
 Panjang = 10.2m Jenis penerangan = langsung
 Lebar = 6.2m Langit – langit = cerah
 Tinggi = 3m Dinding = terang (white)

$$k = \frac{10,2 \cdot 6,2}{3 \cdot (10,2 + 6,2)}$$

$$k = \frac{63,24}{49,2}$$

$$k = 1,3$$

Setelah diketahui K selanjutnya mencari efisiensi penerangan dengan metode interpolasi :

$$\eta = 0,58 + \frac{1,3 - 1,2}{1,5 - 1,2} \times (0,62 - 0,58)$$

$$\eta = 0,59$$

perhitungan kuat penerangan rata – rata pada ruang dosen 1

gedung AB:

Spesifikasi lampu yang terpasang :

Lampu TL8 HO G5 16W, 6 Buah

Jenis penerangan = langsung

Langit – langit = cerah

Dinding = terang (white)

Fluks Cahaya Total(Qt) :

Dari data komposisi lampu terpasang sesuai diperoleh :

$$Qt = (6 \times 2100) = 12600 \text{ Lumen}$$

Perhitungan Kuat Penerangan (E):

$$E \text{ rata - rata} = \frac{12600 \times 0,59 \times 0,8}{63,24}$$

$$= 94 \text{ lux}$$

4.4. Sistem Pendingin Gedung AB dan AC

Perhitungan beban pendingin yang dilakukan di ruang Dosen 1 gedung AB yang mengacu pada Service Handbook National Air Conditioner PT. National Gobel

- Ruang Lantai
Hawa panas yang diperoleh = luas ruang lantai x faktor.
63 x 24 (faktor) = 1512 BTU/h
- Kapasitas Volume Ruang
Hawa panas yang diperoleh = volume ruangan x faktor.
252 x 20 (faktor) = 5040 BTU/h
- Jendela Yang Langsung Terkena Pancaran Sinar Matahari (digunakan hanya yang terkena sinar, dan dipilih satu saja yang memberikan hasil terbesar).
Hawa panas yang diperoleh = ruang jendela x faktor
3,6 x 460 (faktor) = 1656 BTU/h
- Untuk Semua Jendela Yang Tidak Termasuk Dalam Poin 3.
Panas yang diperoleh = ruang jendela x faktor
= 3,6 x 120 (faktor) = 432 BTU/h
- Untuk Dinding Yang Terkena Sinar Matahari
Hawa panas yang diperoleh = luas dinding x faktor
40,8 x 120 (faktor) = 4896 BTU/h
- Seluruh Dinding Yang Tidak Termasuk Pada Poin 5
Hawa panas yang diperoleh = ruang dinding x faktor
65,6 x 68 faktor = 4460,8 BTU/h
- Pemisah – Pemisah (Partition)
Hawa panas yang di peroleh =ruang pemisah x faktor
0 x 32 Faktor = 0 BTU/h
- Pemisah – Pemisah (Partition)
Hawa panas yang di peroleh =ruang atap x faktor
63 x 184 faktor = 11592 BTU/h
- Jumlah Orang
Hawa panas yang diperoleh =jumlah orang x faaktor
15 x 600 faktor = 9000 BTU/h
- Jumlah seluruh beban pendingin yang akan disesuaikan dengan beban AC yang terpasang.

Kalor lantai	= 1512 BTU/h
Kalor volume ruangan	= 5040BTU/h
Kalor jendela terkena sinar matahari	= 1656 BTU/h
Kalor jendela tidak terkena sinar matahari	= 432 BTU/h
Kalor dinding terkena sinar matahari	= 4896 BTU/h
Kalor dinding tidak terkena sinar matahari	= 4460.8 BTU/h

Kalor pemisah = 0 BTU/h
 Kalor atap = 11592 BTU/h
 Kalor orang = 9000 BTU/h
 Jadi total seluruh hawa panas yang di peroleh dari semua factor adalah 38588,8 BTU/H
 Data AC terpasang di ruang Dosen 1:
 Merk AC = Panasonic
 Jumlah AC = 1 Unit
 Kapasitas Pendingin AC = 28000 BTU/H (2PK)

4.5. Audit Kelistrikan

Hasil audit kelistrikan menggunakan alat ukur *thermal imager* pada salah satu peralatan dalam panel gedung AB yang memiliki suhu tertinggi :



Gambar 4 NH Fuse Gedung AB

Tabel4. Spesifikasi NH Fuse Terpasang

Main Image Markers

Name	Avg	Min	Max	Emissivity	Background	St. Dev.
NHFUSE R	28.9°C	26.6°C	29.7°C	0.89	20.0°C	-272.66
NHFUSE S	29.2°C	26.7°C	30.1°C	0.89	20.0°C	-272.65
NHFUSE T	30.8°C	27.4°C	33.2°C	0.89	20.0°C	-271.58

Dari hasil pengukuran NH Fuse diatas didapatkan nilai suhu sebesar 29,4°C untuk fasa R, 30°C untuk fasa S, 32,8°C untuk fasa T berdasarkan standar suhu yang digunakan inspeksi *infrared thermography* pada gambar 4 nilai maksimal suhu untuk peralatan NH Fuse adalah sebesar 50°C sehingga NH Fuse pada pada panel gedung AB dapat dikategorikan dalam kondisi baik karena nilai hasil pengukuran suhu dibawah nilai suhu standar NH Fuse.

5. Penutup

5.1 Kesimpulan

Konsumsi energi listrik rata – rata pada gedung AB dan AC masing – masing sebesar 2591.96 kWh dan 1799.74 kWh perbulan, dari analisis hasil audit energi awal Intensitas Konsumsi Energi (IKE) pada gedung AB dan AC masing – masing sebesar 34.55 kWh/m² dan 34.11 kWh/m² kedua hasil tersebut masuk dalam kategori penggunaan energi yang sangat efisien karena hasil tersebut jauh dibawah toleransi yang telah ditentukan oleh ASEAN-USAID tahun 1992. Pengaruh temperatur peralatan kelistrikan dalam panel utama gedung AB dan AC terhadap standart kelistrikkannya data hasil pengukuran temperatur peralatan pada panel utama gedung AB dan AC, semua peralatan dalam panel kedua gedung tersebut

dalam kondisi baik sesuai buku PLN SK DIR 520 2014. Nilai suhu peralatan pengaman tertinggi sebesar 32,8 °C pada NH Fuse T. hal ini disebabkan karena arus yang mengalir sebesar 34,29A.

Daftar Pustaka

- [1] Alexander Maier, Andrew Sharp dan Yuriy Vagapov, "Comparative Analysis and Practical Implementation of the ESP32 Microcontroller Module for the Internet of Things," <https://ieeexplore.ieee.org>, 2017 [Online].
- [2] Anonym.(1995).IEEE Standard 1159-1995 Voltage Reduction Standard. American National Standards Institute.
- [3] Anugrah, Iyan. (2017). Pengukur Daya Listrik Menggunakan Sensor Arus ACS712-05A Dan Sensor Tegangan ZMPT101B. Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
- [4] Asril, A., dkk. (2018). Perancangan dan Implementasi WSN (Wireless Sensor Network) Pada Alat Ukur Energi Listrik. POLI REKAYASA Volume 14, No. 1. Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Padang.
- [5] Dadan Nur Ramadan, Agus Ganda Permana, Galuh Mardiansyah, Dyah Puspaningrum. (2015). Rancang Bangun Dan Implementasi Alat Ukur dan Sistem Informasi Pada Listrik Satu Fasa. Progam Studi Diploma III Teknik Telekomunikasi, Fakultas Ilmu Terapan, Universitas Telkom.
- [6] Dwiyanti, Murie, dkk. (2019). Desain Sistem Pemantauan Kualitas Air pada Perikanan Budidaya Berbasis Internet of Things dan Pengujiannya. Jurnal Multinetics Vol: 5 No.2. Politeknik Negeri Jakarta.
- [7] Fauzan Ahmad. (2017). Analisis Mitigasi Voltage sag Akibat Ground Fault Menggunakan Dynamic Voltage Restorer di PT. PLN (Persero) Gardu Induk Kayutangi Kalimantan Selatan.
- [8] Gunawan, Adhi Kris. (2015). Rancang Bangun Alat Pengukur Suhu Tanah Sebagai Alat Bantu Penentu Benih Sayuran Yang Akan Dibudidayakan. Pendidikan Teknik Elektro Jurusan Teknik ElektroFakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
- [9] Hayusman.L dkk. (2011). Analisis Tegangan Sags Akibat Pengasutan Motor Induksi Menggunakan Dynamic Voltage Regulator (DVR). Jurusan Teknik Elektro, Institut Teknologi Nasional Malang.
- [10] J. Santosao, Alat Ukur dan Teknik Pengukuran. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional, 2008.
- [11] Z. Mulia Sari, A. Hermawan, and S. Wibowo, "Analisis Power Quality Sistem Kelistrikan Pada Apartemen Malang City Point", ELPOSYS, vol. 7, no. 3, pp. 39-44, Nov. 2020.