

ANALISIS AUDIT SISTEM INSTALASI LISTRIK PADA GEDUNG SEKOLAH C POLITEKNIK NEGERI SEMARANG

Oleh: Dwiky Purba Cahyaningrum¹, Triyono², Pangestuningtyas Diah Larasati³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Semarang

Jl. Prof. Sudarto, Tembalang, Kec Tembalang, Kota Semarang, Jawa Tengah

Email: dwikypurbac@gmail.com

Abstrak

Gedung Sekolah C merupakan bangunan eksisting yang pemakaiannya sudah diatas 10 tahun sehingga instalasi listrik telah tua dan lama. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi eksisting instalasi listrik serta menyarankan rekomendasi perbaikan kualitas daya pada Gedung Sekolah C dengan menggunakan software ETAP 19.1.0. Metode yang digunakan adalah metode observasi dengan tahapan yaitu audit awal dan audit rinci. Audit awal dilakukan dengan studi literatur, wawancara dan observasi. Kemudian dilakukan audit rinci dengan menggabungkan hasil audit awal dan hasil pengukuran menggunakan alat ukur Power Quality Analyzer(PQA). Hasil penelitian menunjukkan kondisi eksisting instalasi listrik Gedung Sekolah C sebagian belum memenuhi standar PUIL 2020 seperti: masih ditemukannya warna konduktor yang tidak sesuai dengan standar, adanya penyambungan beban bertumpuk pada satu stopkontak, pemasangan kabel yang kurang rapi, stopkontak yang longgar dan penempatan saklar yang sulit di jangkau. Adapun besaran kualitas daya yang diukur yaitu frekuensi, arus, tegangan, faktor daya dan harmonisa masih dalam batas standar, terjadi ketidakseimbangan tegangan pada SDP Penerangan sebesar 2,41% hal ini melebihi batas standar yaitu 2%. Nilai drop tegangan pada kondisi eksisting SDP Penerangan sebesar 0,47% sedangkan pada SDP AC drop tegangan sebesar 0,16% nilai ini masih dalam batas standar yaitu 5%.

Kata Kunci: Audit instalasi, kualitas daya, ETAP.

1. PENDAHULUAN

Listrik merupakan salah satu faktor penting terlaksananya kegiatan perkantoran maupun perumahan yang baik. Kenyataan ini memicu permintaan akan energi listrik yang semakin meningkat di setiap tahunnya, dengan semakin berkembangnya sektor perumahan, pendidikan, perindustrian, dan lain sebagainya. Instalasi listrik yang lebih baik adalah instalasi yang mencakup 3A, yakni andal, aman, dan akrab. Andal dan aman bagi instalasi, aman dari bahaya manusia dan akrab dengan lingkungan sekitarnya.

Instalasi listrik bangunan adalah rakitan perlengkapan listrik pada bangunan yang berkaitan satu sama lain, untuk memenuhi tujuan atau maksud tertentu dan memiliki karakteristik terkoordinasi, apa yang sudah tertuang pada Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL 2020). Maksud dan tujuan dari instalasi listrik ialah agar perusahaan instalasi listrik terselenggara dengan baik, untuk menjamin keselamatan manusia dari bahaya kejut listrik, keamanan instalasi listrik beserta perlengkapannya, keamanan

gedung serta isinya dari kebakaran akibat listrik, dan perlindungan lingkungan.

Audit Instalasi adalah evaluasi dan perencanaan instalasi listrik yang merupakan langkah awal untuk menuju standarisasi instalasi listrik. Pelaksanaan audit evaluasi instalasi gedung akan memperoleh data yang konkrit mengenai kondisi eksisting peralatan yang ada pada bangunan atau gedung. Tahapan awal kegiatan dari audit instalasi listrik yaitu audit awal. Dimana pada audit awal dilakukan dengan studi literatur, wawancara dengan karyawan kemudian observasi pengambilan data instalasi listrik berupa denah instalasi listrik, kondisi eksisting peralatan listrik yang dipakai, dan usia pemasangan instalasi listrik. Setelah didapatkan data awal audit instalasi listrik dilakukan audit rinci, pada tahapan ini penelitian dilakukan dengan menggabungkan hasil audit awal dan hasil pengukuran yang terdapat di dalam gedung dan bangunan tersebut. Hasil pengukuran yang selanjutnya dibandingkan dengan standar yang berlaku untuk mengetahui tingkat kesesuaian dengan standar yang berlaku dan efisiensi dari sistem yang

terdapat di dalam gedung atau bangunan tersebut, sehingga diperoleh indikator sebagai acuan untuk melihat instalasi telah memenuhi Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL 2020) yang berlaku di Indonesia atau tidak. Setelah dilakukannya audit awal dan audit rinci maka akan didapatkan rekomendasi perbaikan kualitas daya menggunakan bantuan software ETAP 19.0.1.

Gedung Sekolah C yang berada di Politeknik Negeri Semarang merupakan salah satu gedung yang aktivitas pembelajarannya cukup padat, baik perkuliahan maupun praktikum. Pembangunan Gedung Sekolah C merupakan bangunan eksisting yang pemakaiannya sudah diatas 10 tahun sehingga instalasi listrik atau sistem kelistrikan telah tua dan lama serta terjadi perubahan dengan penambahan beban seperti AC, dan peralatan listrik lain. Maka dari itu, untuk mencegah dan mengurangi bahaya listrik yang ditimbulkan oleh peralatan – peralatan listrik dan meningkatkan 3 A (Aman, Andal, dan Akrab) di Gedung Sekolah C maka dibutuhkan audit instalasi. Berdasarkan latar belakang di atas, di butuhkan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui kondisi eksisting instalasi listrik serta menyarankan rekomendasi perbaikan kualitas daya pada Gedung Sekolah C Politeknik Negeri Semarang agar proses kegiatan belajar mengajar di gedung tersebut dapat berjalan dengan baik. Dengan demikian penulis tertarik untuk menganalisis audit sistem instalasi listrik yang ada pada Gedung Sekolah C Politeknik Negeri Semarang.

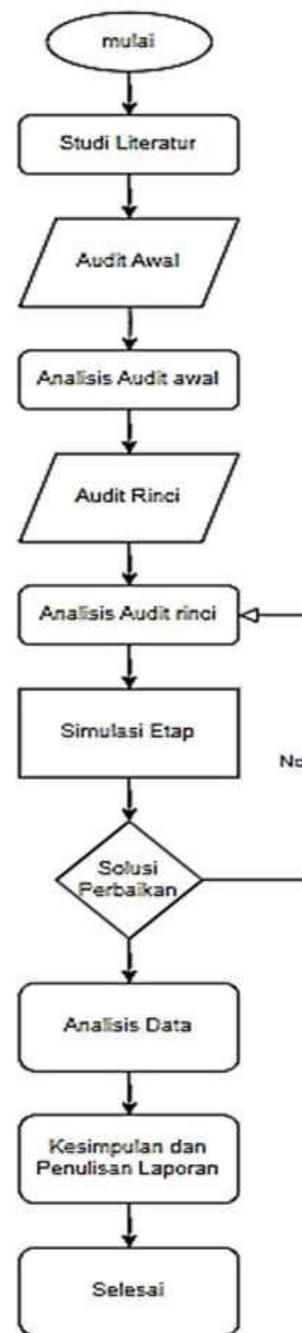
2. METODE PENELITIAN

2.1. TAHAPAN PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode observasi. Dalam proses ini meliputi adanya audit instalasi, dimana pada awal proses audit instalasi sebelumnya dilakukan persiapan audit awal yaitu pertemuan pendahuluan dan wawancara dengan karyawan yang

dilanjutkan dengan survei gedung sehingga didapatkan gambaran umum gedung dan sistem operasionalnya kemudian memberikan saran rekomendasi perbaikan kualitas daya pada Gedung Sekolah C Politeknik Negeri Semarang. Pada dasarnya metode audit instalasi listrik adalah sebagai berikut:

1. Diskusi singkat dengan karyawan
2. Walkthrough audit
3. Pengumpulan data
4. Pengukuran beban listrik



Gambar 1. Tahapan Penelitian

2.2 AUDIT AWAL

Pada Tahapan Audit awal di bagi lagi menjadi beberapa tahapan yaitu :

1. Studi Literatur

Studi Literatur ialah penelitian yang dilakukan mengenai topik untuk menunjukkan apa yang telah diketahui tentang topik tersebut dan apa yang belum diketahui, untuk ide studi literatur bisa ditemui dari berbagai sumber seperti jurnal, buku, dokumentasi, internet dan pustaka. Pada penelitian ini digunakan jurnal dan skripsi terdahulu yang dapat menunjang penelitian terkait dengan proses Audit Instalasi Listrik.

2. Observasi

Pada proses observasi dilakukan pengambilan data primer dan data sekunder. Data sekunder yang dibutuhkan berupa data denah, data single line diagram Gedung, dan data beban di Gedung Sekolah C Politeknik Negeri Semarang melalui wawancara langsung dengan staff anggota dari UPA PP. Selain itu observasi dilakukan dengan cara melihat kondisi visual secara langsung pada sistem instalasi gedung kemudian membandingkannya dengan standar apakah sudah sesuai atau tidak dengan PUIL 2020.

2.3 AUDIT RINCI

Pada tahapan ini audit rinci adalah audit yang menggabungkan data sekunder yang didapatkan dari audit awal ditambah dengan hasil pengukuran kualitas daya. Pengumpulan data ialah teknik yang dilakukan oleh peneliti untuk mengumpulkan data. Pengumpulan data digunakan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam rangka mencapai tujuan penelitian. Data primer yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah data pengukuran kualitas daya, dimana data pengukuran yang berupa data tegangan, arus, daya (aktif, reaktif dan faktor daya) dan frekuensi dengan cara mengukur langsung pada panel induk di gedung sekolah C Politeknik Negeri Semarang, data tersebut digunakan untuk menganalisis

audit sistem instalasi listrik di gedung tersebut.

1. Data Tegangan

Dalam penelitian ini data tegangan yang dibutuhkan adalah tegangan yang mengalir di setiap fasa, data tegangan tersebut berguna untuk mengetahui apakah ada permasalahan fluktuasi tegangan.

2. Data Arus

Data arus yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah arus yang mengalir pada masing-masing saluran fasa (R, S, T), dimana data arus ini digunakan untuk mengetahui serta menganalisis adanya ketidakseimbangan beban.

3. Data Daya Listrik

Pada penelitian ini data daya listrik yang diukur adalah daya aktif, daya reaktif, dan faktor daya. Pada daya aktif digunakan untuk menganalisis apakah daya yang digunakan telah melebihi suplai yang diberikan oleh PLN, pada daya reaktif digunakan untuk menganalisis agar penggunaan daya reaktif ini tidak terlalu besar karena apabila daya reaktif besar akibat yang ditimbulkan yaitu menurunnya nilai faktor daya. Pada data faktor daya diukur untuk membandingkan dengan standar faktor daya yang telah ditetapkan oleh PLN yaitu $\cos \phi$ 0,85 –1.

Hasil pengukuran yang selanjutnya dibandingkan dengan standar yang berlaku untuk mengetahui tingkat kesesuaian dengan standar yang berlaku dan efisiensi dari sistem yang terdapat di dalam gedung atau bangunan tersebut. Pengukuran yang dilakukan terdiri dari pengukuran kualitas daya dan thermal vision.

Setelah melaksanakan audit awal dan audit rinci maka dapat melaksanakan analisis saran rekomendasi perbaikan kualitas daya menggunakan bantuan software ETAP 19.0.1. yang dapat dilaksanakan di Gedung Sekolah C Politeknik Negeri Semarang sesuai dengan standar yang berlaku di Indonesia.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan Audit Instalasi Gedung dilaksanakan di Gedung Sekolah C

Politeknik Negeri Semarang. Dalam melaksanakan audit instalasi listrik di dalam gedung, penulis melaksanakan survei di lokasi, agar dapat merekomendasikan instalasi listrik yang sesuai dengan standar dan memenuhi aspek 3 A (Aman, Andal dan Akrab Lingkungan). Survei yang dilaksanakan di masing – masing lokasi pekerjaan, antara lain: Pengamatan langsung, dilaksanakan dengan melihat kondisi eksisting instalasi gedung. Pengamatan langsung bertujuan untuk membandingkan kondisi eksisting dengan standar yang berlaku sesuai dengan PUIL 2020.

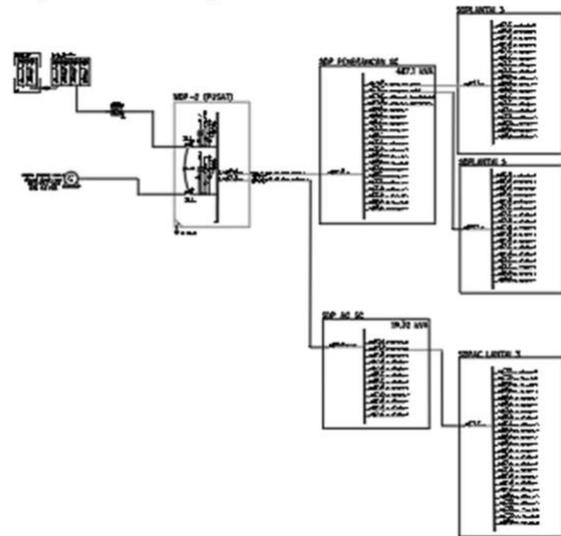
Pengukuran kualitas daya, dengan menggunakan power quality meter yang dipasang di LVMDP 2 gedung dan MCCB SDP Gedung Sekolah C

Politeknik Negeri Semarang. Pengukuran kualitas daya di LVMDP 2 dan MCCB SDP bertujuan untuk mengetahui profil arus, tegangan, dan beban di masing – masing gedung.

Pengukuran termografi, dengan menggunakan infrared thermograph yang ditembakkan di LVMDP 2 dan MCCB SDP gedung. Pengukuran termografi bertujuan untuk mengetahui suhu/temperature peralatan listrik, karena suhu/temperature peralatan yang overheat dapat terjadi kerusakan pada peralatan tersebut atau potensi terjadinya hubungan singkat/gangguan pada peralatan.

3.1. AUDIT AWAL

Setelah melakukan survei secara langsung terhadap obyek audit yaitu instalasi listrik Gedung Sekolah C, maka selanjutnya yaitu menganalisa hasil survei. Berikut kondisi eksisting instalasi listrik di Gedung Sekolah C Politeknik Negeri Semarang. Berikut merupakan single line diagram Gedung Sekolah C Politeknik Negeri Semarang.



Gambar 2. Single Line Gedung Sekolah C

Berikut merupakan hasil pengamatan terhadap ketidaksesuaian pemasangan instalasi dengan standar yang berlaku (PUIL 2020) yang terdapat di Gedung Sekolah C adalah sebagai berikut:



Gambar 3. Kondisi Kabel

Standar pewarnaan kabel yang sesuai dengan standar PUIL 2020 adalah warna hijau-kuning untuk kabel pembumian, coklat, hitam, abu – abu untuk kabel fasa; dan warna biru untuk kabel netral. Berikut merupakan kondisi eksisting kabel pada panel Gedung Sekolah C:



Gambar 4 Panel Lantai 1



Gambar 5. Panel Lantai 2



Gambar 6. Panel Lantai 3

3.2. AUDIT RINCI

Audit rinci dilakukan dengan melakukan pengukuran langsung pada MCCB SDP Panel Gedung Sekolah C Politeknik Negeri Semarang menggunakan bantuan power quality meter KEW 6310 sehingga didapatkan data pengukuran tegangan, arus, daya, faktor daya dan frekuensi di Gedung Sekolah C Politeknik Negeri Semarang. Pengukuran dilakukan pada hari Selasa-Rabu tanggal 21–22 Mei 2024 dan hari Rabu–Kamis tanggal 5–6 Juni 2024.

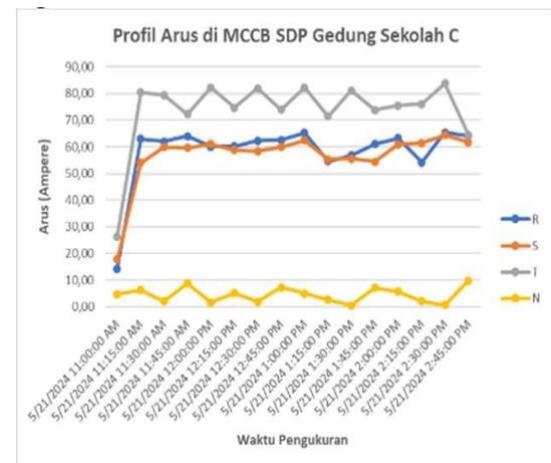
1. Pengukuran Tegangan

Tegangan fasa – netral (VLN) yang terukur di MCCB SDP Penerangan berkisar antara 225,00 Volt – 232,30 Volt masih dalam batas standar PLN $\pm 10\%$ berdasarkan SPLN T6.001.2013. Nilai Unbalance Voltage yang terjadi terlihat bahwa nilainya rata-ratanya sebesar 2,41 % dengan nilai terendah 2,01 % dan tertinggi 2,60 %. Nilai tersebut melebihi batas standar yaitu 2% berdasarkan SPLN D5.004-1:2012.



Gambar 7. Pengukuran Tegangan

2. Pengukuran Arus



Gambar 8. Pengukuran Arus

Berdasarkan hasil pengukuran terlihat bahwa arus listrik di panel MCCB SDP Gedung Sekolah C Politeknik Negeri Semarang terlihat bahwa fasa T lebih besar dengan arus maksimal sebesar 85,10 Ampere dibandingkan dengan fasa R dengan arus maksimal 67,88 Ampere dan fasa S dengan arus maksimal 64,49 Ampere. Berdasarkan pengukuran pada kawat netral juga terdapat arus yang mengalir di dalamnya dengan arus maksimal 25,61 Ampere. Berdasarkan standart IEEE 446-1995, persentase ketidakseimbangan beban sebesar 5% sampai 20% setiap fasanya. Arus netral pada suatu sistem kelistrikan dapat disebabkan karena adanya ketidakseimbangan beban maka timbul arus yang mengalir pada penghantar netralnya. Adanya arus netral pada sistem kelistrikan dapat mengakibatkan berbagai

kerugian seperti panas berlebih pada transformator, menurunnya kualitas daya. Munculnya arus netral dapat dikompensasi dengan membuat sama ukuran kawat netral dan fasa maupun dapat juga diperbaiki dengan melakukan penyetaraan beban yang terpasang.

3. Pengukuran Daya



Gambar 9. Pengukuran Daya

Dari hasil pengukuran terlihat bahwa pembebanan tersambung dengan daya Aktif (kWatt) dengan pembebanan fasa T tersambung dengan beban yang lebih besar dibandingkan dengan fasa R dan fasa T. Daya Aktif maksimal terukur di Gedung Sekolah C terjadi pada pukul 14.31 WIB sebesar 18,15 kW. Pada pukul 11.45 terjadi pemadaman listrik sehingga daya aktif pada grafik yang tiba – tiba menurun ke angka nol. Kemudian pada grafik, terlihat garis yang tiba – tiba naik ke level sebelumnya dikarenakan sistem listrik sudah kembali normal.

4. Pengukuran Faktor Daya

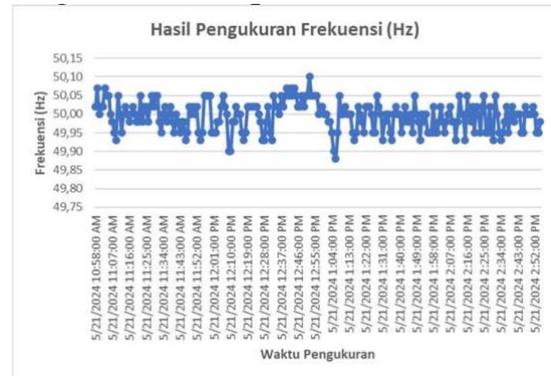


Gambar 10. Pengukuran Faktor Daya

Berdasarkan data diatas didapatkan nilai rata – rata faktor daya yang terukur panel MCCB SDP Penerangan Gedung

Sekolah C sebesar 0,95. Berdasarkan hasil pengukuran tersebut didapatkan bahwa faktor daya yang terukur masih sesuai dengan SPLN 70 - 1 yaitu lebih dari 85%.

5. Pengukuran Frekuensi



Gambar 11. Pengukuran Frekuensi

Berdasarkan hasil pengukuran frekuensi di panel MCCB SDP Gedung Sekolah C Politeknik Negeri Semarang frekuensi yang terukur sebesar 49,88 – 50,10 Hz. Frekuensi yang terukur masih berada di batas frekuensi yang diijinkan oleh PLN, dimana batas standar PLN untuk frekuensi yaitu berada pada nilai ± 5% dari 50 Hz.

6. Pengukuran Harmonisa

Harmonisa adalah ketidaksempurnaan gelombang sinusoidal pada gelombang tegangan dan arus. Besarnya harmonisa dapat diukur dengan besarnya THD (Total Harmonic Distortion). Harmonisa pada sistem merupakan rugi – rugi pada sistem tenaga listrik. Nilai standar distorsi harmonik total tegangan untuk besar tegangan (THDv) adalah 5%, nilai ini mengacu pada SPLN D5.004-1:2012.

Berdasarkan hasil pengolahan data didapatkan nilai THD tegangan (THDv) rata-rata pada masing-masing Gedung Sekolah C Politeknik Negeri Semarang, seperti ditunjukkan pada Tabel berikut ini.

Tabel 1. THD Tegangan

THD Min (%)	THD Maks (%)	THD Rata-rata (%)
0,10%	1,56%	0,13%

Berdasarkan data pada tabel di atas didapatkan bahwa nilai maksimal THD

tegangan (THDv) berkisar 0,10% - 1,56%, nilai ini masih didalam standar yang diperbolehkan. Standar maksimal yang diperbolehkan pada sistem JTR untuk THD tegangan yaitu maksimal 5%.

Dari hasil pengukuran juga didapatkan hasil pengukuran THD Arus (THDi) pada MCCB Penerangan Gedung Sekolah C seperti yang ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 2. THD Arus

THD Min (%)	THD Maks (%)	THD Rata-rata (%)
0,19%	3,27%	0,43%

Berdasarkan data pada tabel di atas didapatkan bahwa nilai rata-rata THD arus (THDi) berkisar 0,19 % - 3,27 %. Standar harmonisa yang diperbolehkan pada sistem jaringan tegangan rendah sebesar 15 %. THDi pada MCCB Penerangan Gedung Sekolah C masih dalam batas aman THDi di jaringan tegangan rendah. Munculnya harmonisa pada sistem kelistrikan yang melebihi batas standar menimbulkan banyak kerugian berupa penurunan kapasitas pada transformator tenaga dan pada kabel, sehingga akan berdampak pula pada tambahan biaya investasi berupa penambahan kapasitas transformator, kabel, serta derating transformator. Besarnya THDi dapat dikompensasi dengan pemasangan filter harmonik pada sistem.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan dapat disimpulkan Setelah melaksanakan survei di lapangan kondisi eksisting instalasi listrik pada Gedung Sekolah C sebagian belum memenuhi standar PUIL 2020. Hasil temuan di lapangan seperti: masih ditemukannya penggunaan warna konduktor yang tidak sesuai dengan standar, adanya penyambungan beban yang bertumpuk pada satu stopkontak, pemasangan kabel yang tidak teratur dan kurang rapi, banyak stopkontak yang longgar dan penempatan saklar yang sulit di jangkau. Kondisi kualitas daya listrik di Gedung Sekolah C untuk pengukuran tegangan, frekuensi,

harmonisa dan faktor daya masih sesuai dengan standar yang berlaku, tetapi berdasarkan hasil pengukuran didapatkan adanya arus netral di SDP Penerangan dan SDP AC. Hal ini disebabkan adanya penyambungan beban yang tidak seimbang di masing – masing fasa yang mana fasa T memiliki beban yang lebih besar dibandingkan dengan fasa R dan fasa S. Adapun terjadi ketidakseimbangan tegangan pada SDP Penerangan yaitu pada presentase 2,41% yang menunjukkan bahwa nilai ini melebihi batas standar yang ditentukan sebesar 2%. Hasil simulasi dengan menggunakan ETAP didapatkan nilai drop tegangan pada kondisi eksisting SDP Penerangan sebesar 0,47% sedangkan pada SDP AC sebesar 0,16% nilai ini masih dalam batas standar yang di ditentukan yaitu 5%. Tidak ada rekomendasi perbaikan kualitas daya listrik menggunakan software dikarenakan sistem masih dalam kondisi baik.

DAFTAR PUSTAKA

- A.D, Ramadhon. 2021. “Audit Energi dan Analisis Peluang Penghematan Konsumsi Energi di PT Harmoni Putra Solusindo Semarang”. Universitas Semarang.
- Ashar. 2018. “Analisis Kualitas Daya Listrik pada Gedung Teknik Elektro Kampus 2 Politeknik Negeri Ujung Padang”.
- A, Hermawan. B. E, Prasetyo. C, Wiharya. 2021. “Audit Kelistrikan pada Gedung Administrasi Niaga (AB) dan Akutansi (AC) Politeknik Negeri Malang”. Jurnal Sistem Kelistrikan. Vol. 8 No. 1. ISSN: 2407-232X.
- B, Davira. Rusda. K, Karim. 2024. “Analisis Kualitas Daya Listrik Gedung Direktorat Politeknik Negeri Samarinda”. ISSN 2723–4428.
- B. C, Giri. 2016. “Analisis Kualitas Daya Listrik di Pabrik Gula Trangkil Pati dengan Menggunakan software

- ETAP 12.6”. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- B. W, Widiyoko. 2022. “Audit Sistem Pencahayaan pada Bangunan Rumah Sakit”. Universitas Tidar.
- D, Setiawan. 2022. “Analisis Audit Energi untuk Pencapaian Efisiensi Energi Listrik pada BRI Unit Tanah Miring”. Universitas Musamus Merauke.
- G. S, Maharani. 2021. “Analisis Kualitas Daya Listrik pada Industri Kayu Lapis”. Universitas Tidar.
- Hermawan, J. Apriliasari, C. Wiharya. 2023. “Analisis Kualitas Daya dan Rekomendasi Perbaikan Sistem di Gedung Perhotelan”. *Jurnal Sistem Kelistrikan* Vol. 10 No. 02, ISSN: 2407-232X, E-ISSN: 2407-2338.
- I.Z dan I. Kamil. 2011. “Analisis Sistem Instalasi Listrik Rumah Tinggal dan Gedung untuk Mencegah Bahaya Kebakaran”. *Jurnal Ilmiah Elite Elektro*. Vol 2. No 1. Maret 2011: 4044.
- J, Untoro. H, Gusmedi dan N, Purwasih, 2014. “Audit Energi dan Analisis Penghematan Konsumsi Energi pada Sistem Peralatan Listrik di Gedung Pelayanan Unila”. *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*. Volume 8. No. 2.
- L, Assaffat. 2009. “Pengukuran dan Analisa Kualitas Daya Listrik di Paviliun Garuda Rumah Sakit DR Kariyadi Semarang”. Universitas Muhammadiyah Semarang.
- M, Subekti. I, Zakir dan I, Arif. 2017, “Peningkatan Efisiensi Energi Gedung L2 Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta Melalui Audit Energi”