

ANALISIS KELAYAKAN SISTEM KELISTRIKAN DI PONDOK PESANTREN TAHFIZ AL-QUDZ KELURAHAN LIMBUNGAN

David Setiawan¹, Abrar Tanjung²

^{1,2}Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning
Jl. Yos Sudarso km. 8 Rumbai, Pekanbaru, Telp. (0761) 52324

Email : abrar@unilak.ac.id, davidsetiawan@unilak.ac.id

Abstrak

Keandalan dan ketersediaan sistem kelistrikan sangat penting untuk aktivitas operasional dan kenyamanan di lingkungan pondok pesantren. Pondok Pesantren Tahfiz Al-Qudz di Kelurahan Limbungan membutuhkan sistem kelistrikan yang efisien dan aman. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memeriksa kelayakan sistem kelistrikan di Pondok Tahfiz Al-Qudz, yang mencakup aspek desain, performa, dan efisiensi, serta menemukan perbaikan yang dapat dilakukan untuk meningkatkan keandalan dan keamanan. Penelitian ini dilakukan secara kuantitatif dan kualitatif, dengan melakukan survei langsung, melihat instalasi listrik, mengumpulkan data beban listrik, dan mewawancarai pengelola pesantren. Dengan tegangan 3 fasa 380 volt, arus rata-rata sebesar 24 amper, kapasitas daya sebesar 0,124 kW, rugi daya R sebesar 0,105 kW, rugi daya S sebesar 0,146 kW, rugi daya T sebesar 0,124 kW, dan nilai tahanan pentanahan sebesar 32 ohm. Sistem pengaman yang dipasang pada MCB masih memiliki kapasitas yang layak sebesar 25 amper, Instalasi listrik Pondok Pesantren Tahfiz Al-Quds di Kelurahan Limbungan masih dalam kondisi yang layak, karena tahanan pentanahan titik netral sebesar 26 ohm melebihi nilai perhitungan dari analisis pembahasan dan memenuhi standar PUIL 2011 sebesar < 5 ohm.

Kata kunci : sistem pentanahan, instalasi listrik, pondok pesantren

Abstract

The reliability and availability of an electrical system are crucial for operational activities and comfort in a boarding school environment. The Tahfiz Al-Qudz Islamic Boarding School in Limbungan Village requires an efficient and safe electrical system. The purpose of this study is to evaluate the feasibility of the electrical system at Tahfiz Al-Qudz Boarding School, covering aspects of design, performance, and efficiency, as well as to identify possible improvements to enhance reliability and safety. This research was conducted using both quantitative and qualitative approaches, including direct field surveys, inspection of electrical installations, collection of electrical load data, and interviews with the boarding school management. The system operates at a three-phase voltage of 380 volts, with an average current of 24 amperes, a power capacity of 0.124 kW, power losses in phase R of 0.105 kW, phase S of 0.146 kW, and phase T of 0.124 kW, and a grounding resistance value of 32 ohms. The protection system installed using an MCB still has an adequate capacity of 25 amperes. The electrical installation of Tahfiz Al-Qudz Boarding School in Limbungan Village is still in a feasible condition, as the grounding resistance at the neutral point is 26 ohms, which exceeds the calculated value from the analysis and complies with the PUIL 2011 standard of less than 5 ohms.

Keywords: grounding system, electrical installation, Islamic boarding school

1. PENDAHULUAN

Ketersediaan energi listrik yang andal, aman, dan efisien merupakan salah satu faktor penting dalam menunjang aktivitas pendidikan, termasuk pada lembaga pendidikan berbasis keagamaan seperti pondok pesantren. Seiring dengan meningkatnya kebutuhan energi listrik akibat perkembangan fasilitas dan aktivitas belajar mengajar, sistem

kelistrikan yang digunakan harus memenuhi standar teknis yang berlaku agar dapat menjamin keselamatan, keandalan, serta efisiensi penggunaan energi. Pondok Pesantren Tahfiz Al-Qudz yang berlokasi di Kelurahan Limbungan merupakan salah satu lembaga pendidikan yang memiliki aktivitas operasional cukup intensif, baik pada siang maupun malam hari. Kegiatan seperti proses belajar mengajar, penerangan asrama, penggunaan peralatan elektronik,

serta fasilitas penunjang lainnya menyebabkan kebutuhan energi listrik menjadi cukup signifikan. Namun, dalam banyak kasus pada bangunan pendidikan non-formal, sistem instalasi listrik sering kali dibangun secara bertahap tanpa perencanaan yang komprehensif dan tanpa mengacu sepenuhnya pada standar seperti PUIL (Persyaratan Umum Instalasi Listrik) [1].

Kondisi tersebut berpotensi menimbulkan berbagai permasalahan, seperti ketidaksesuaian kapasitas daya, pembebanan yang tidak seimbang, rugi-rugi daya yang tinggi, serta risiko gangguan dan bahaya kelistrikan seperti hubungan singkat (short circuit) dan kebakaran. Selain itu, aspek efisiensi energi juga menjadi perhatian penting mengingat penggunaan listrik yang tidak optimal dapat meningkatkan biaya operasional pesantren. Oleh karena itu, diperlukan suatu analisis kelayakan sistem kelistrikan yang mencakup aspek teknis, ekonomis, dan keselamatan. Analisis ini meliputi evaluasi kapasitas daya terpasang, profil beban, sistem distribusi internal, sistem proteksi, serta kesesuaian instalasi dengan standar yang berlaku. Hasil analisis diharapkan dapat memberikan gambaran kondisi eksisting sistem kelistrikan serta rekomendasi perbaikan yang diperlukan untuk meningkatkan keandalan, efisiensi, dan keselamatan penggunaan energi listrik di lingkungan pondok pesantren [2].

Permasalahan utama yang ingin dikaji adalah bagaimana kondisi eksisting sistem kelistrikan di Pondok Pesantren Tahfiz Al-Qudz Kelurahan Limbungan jika ditinjau dari aspek teknis instalasi listrik yang digunakan. Selain itu, penelitian ini juga berupaya untuk mengetahui apakah kapasitas daya listrik yang terpasang saat ini telah sesuai dengan kebutuhan beban listrik yang ada di lingkungan pesantren. Permasalahan lain yang tidak kalah penting adalah bagaimana tingkat kelayakan instalasi listrik berdasarkan standar yang berlaku, khususnya mengacu pada Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) [3].

Selanjutnya, penelitian ini juga mengkaji bagaimana kondisi sistem distribusi dan sistem proteksi listrik yang digunakan, serta apakah sistem tersebut telah mampu memberikan perlindungan yang optimal terhadap gangguan kelistrikan. Di samping itu, penelitian ini juga berfokus pada analisis tingkat efisiensi penggunaan energi listrik yang ada, serta mengidentifikasi berbagai potensi permasalahan dan risiko yang mungkin terjadi, seperti kelebihan beban, ketidakseimbangan beban, maupun potensi bahaya kebakaran akibat instalasi yang tidak sesuai standar. Pada akhirnya, penelitian ini juga bertujuan untuk merumuskan rekomendasi teknis yang dapat diterapkan guna meningkatkan keandalan, efisiensi, dan keselamatan sistem kelistrikan di lingkungan pondok pesantren [4].

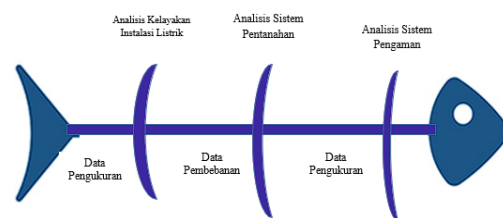
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan analisis secara komprehensif terhadap sistem kelistrikan yang terdapat di Pondok Pesantren Tahfiz Al-Qudz Kelurahan Limbungan. Secara khusus, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis kondisi eksisting sistem kelistrikan yang meliputi instalasi, distribusi, serta penggunaan energi listrik di lingkungan pesantren. [5].

Lebih lanjut, penelitian ini bertujuan untuk menilai tingkat kelayakan instalasi listrik berdasarkan standar yang berlaku, khususnya PUIL, serta menganalisis kinerja sistem distribusi dan sistem proteksi yang digunakan. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengidentifikasi tingkat efisiensi penggunaan energi listrik serta berbagai potensi gangguan yang dapat terjadi pada sistem kelistrikan di Pondok Pesantren Tahfiz Al-Qudz [6].

2. METODA PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Pondok Pesantren Tahfiz Al-Qudz yang berlokasi di Kelurahan Limbungan menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif. Tahapan penelitian diawali dengan kegiatan studi literatur, yaitu mengkaji berbagai teori, konsep, serta standar yang berkaitan dengan sistem instalasi tenaga listrik, termasuk standar Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL), sistem distribusi tenaga listrik, sistem proteksi, serta konsep efisiensi energi listrik. Studi literatur ini bertujuan untuk memberikan dasar teoritis yang kuat dalam melakukan analisis terhadap sistem kelistrikan yang diteliti [7] [9].

Tahap atau alir penelitian di tunjukkan pada gambar (*Fishbone Diagram*) 1 .



Gambar 1. *Fishbone Diagram*

Sistem Kelistrikan

Sistem kelistrikan Pondok Pesantren Tahfiz Al-Qudz Kelurahan Limbungan terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu sumber tenaga listrik, sistem distribusi, sistem proteksi, instalasi pemanfaatan, serta sistem pentanahan. Sumber energi listrik utama pada pondok pesantren ini berasal dari jaringan distribusi tenaga listrik milik PLN yang disalurkan melalui jaringan tegangan rendah. Energi listrik dari

PLN tersebut masuk ke instalasi pesantren melalui kWh meter sebagai alat ukur energi listrik yang digunakan, sekaligus sebagai pembatas daya sesuai dengan kapasitas daya terpasang. Dari kWh meter, aliran listrik diteruskan menuju panel utama atau panel distribusi utama (Main Distribution Panel/MDP) yang berfungsi sebagai pusat pembagian energi listrik ke seluruh bagian bangunan [2][8].

Pada panel distribusi utama, energi listrik didistribusikan ke beberapa panel cabang atau sub panel yang melayani area tertentu, seperti ruang kelas, asrama, kantor, serta fasilitas pendukung lainnya. Dalam penyaluran energi listrik, digunakan penghantar berupa kabel listrik yang disesuaikan dengan kapasitas arus beban. Sistem instalasi dilengkapi dengan perlengkapan listrik seperti saklar, stop kontak, serta armatur penerangan yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan penerangan dan pengoperasian peralatan listrik [10] [11].

Beban listrik pada pondok pesantren umumnya terdiri dari beban penerangan, seperti lampu, serta beban tenaga yang meliputi peralatan elektronik seperti kipas angin, komputer, pompa air, dan peralatan lainnya. Karakteristik beban ini bersifat bervariasi tergantung pada waktu penggunaan, di mana beban cenderung meningkat pada malam hari karena aktivitas santri di asrama dan penggunaan penerangan yang lebih intensif. Secara keseluruhan, kinerja sistem kelistrikan di Pondok Pesantren Tahfiz Al-Qudz sangat dipengaruhi oleh kesesuaian antara kapasitas daya terpasang dengan kebutuhan beban, kualitas instalasi, serta keandalan sistem proteksi dan pentanahan. Oleh karena itu, diperlukan evaluasi secara menyeluruh untuk memastikan bahwa sistem kelistrikan yang digunakan telah memenuhi aspek keandalan, keselamatan, dan efisiensi sesuai dengan standar yang berlaku [12].

Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2011

PUIL 2011 disusun dengan tujuan untuk menjamin keselamatan manusia, keamanan instalasi, serta keandalan sistem tenaga listrik. Standar ini menjadi acuan utama bagi teknisi, perencana, maupun pengelola instalasi listrik agar sistem yang dibangun memenuhi aspek teknis dan keselamatan yang telah ditetapkan [3][12].

Secara umum, PUIL 2011 mengatur berbagai aspek penting dalam instalasi listrik, mulai dari pemilihan peralatan listrik, sistem proteksi, sistem pentanahan, hingga tata cara pemasangan instalasi. Salah satu prinsip utama dalam PUIL 2011 adalah perlindungan terhadap bahaya kejutan listrik, baik yang disebabkan oleh sentuhan langsung maupun tidak langsung. Untuk itu, setiap instalasi listrik wajib dilengkapi dengan sistem proteksi yang memadai, seperti penggunaan pengaman arus lebih (MCB) dan pengaman kebocoran arus (ELCB), serta sistem pentanahan yang baik [13].

Dalam hal pemilihan penghantar listrik, PUIL 2011 menekankan bahwa kabel yang digunakan harus memiliki kapasitas hantar arus yang sesuai dengan beban yang dilayani. Pemilihan penampang kabel harus mempertimbangkan arus nominal, kondisi lingkungan, serta metode pemasangan. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya panas berlebih yang dapat menyebabkan kerusakan isolasi kabel dan meningkatkan risiko kebakaran. Selain itu, PUIL 2011 juga mengatur batas jatuh tegangan (voltage drop) yang diizinkan agar kualitas tegangan pada sisi beban tetap dalam kondisi yang layak [13].

PUIL 2011 juga mengatur sistem pembagian instalasi listrik ke dalam beberapa kelompok atau sirkit untuk meningkatkan keandalan dan kemudahan dalam pengoperasian serta pemeliharaan. Setiap sirkit harus dilengkapi dengan pengaman tersendiri agar gangguan yang terjadi pada satu bagian tidak mempengaruhi keseluruhan sistem. Selain itu, sistem distribusi dalam bangunan harus dirancang secara sistematis dengan mempertimbangkan keseimbangan beban antar fasa, khususnya pada sistem tiga fasa.

Aspek proteksi menjadi perhatian utama dalam PUIL 2011, di mana setiap instalasi harus dilengkapi dengan perangkat proteksi terhadap arus lebih, hubung singkat, dan kebocoran arus. Koordinasi antar perangkat proteksi juga harus diperhatikan agar sistem proteksi dapat bekerja secara selektif, yaitu hanya memutus bagian yang mengalami gangguan tanpa mengganggu bagian lain yang masih beroperasi normal [14].

Selain itu, sistem pentanahan dalam PUIL 2011 harus dirancang sedemikian rupa sehingga memiliki nilai tahanan tanah yang rendah dan mampu mengalirkan arus gangguan secara efektif. Pentanahan yang baik tidak hanya melindungi manusia dari bahaya sengatan listrik, tetapi juga melindungi peralatan listrik dari kerusakan akibat tegangan lebih atau gangguan petir. PUIL 2011 juga mengatur prosedur pengujian dan pemeriksaan instalasi listrik sebelum dioperasikan. Pengujian ini meliputi pemeriksaan kontinuitas penghantar, pengukuran tahanan isolasi, serta pengujian fungsi perangkat proteksi [13][14].

Dengan demikian, penerapan PUIL 2011 dalam suatu instalasi listrik, termasuk pada Pondok Pesantren Tahfiz Al-Qudz Kelurahan Limbungan, sangat penting untuk memastikan bahwa sistem kelistrikan yang digunakan memenuhi standar keselamatan, keandalan, dan efisiensi. Evaluasi terhadap kesesuaian instalasi dengan PUIL 2011 menjadi salah satu langkah penting dalam analisis kelayakan sistem kelistrikan, sehingga potensi bahaya dapat diminimalkan dan kualitas pelayanan energi listrik dapat ditingkatkan. Sedangkan dalam hitungan persentase sebagai berikut,

$$\% = n/N \times 100 \% \quad (1)$$

Keterangan :

% = tingkat persentase kelayakan

n = Jumlah instalasi layak

N = Jumlah seluruh instalasi

Tahanan Listrik (R)

Tahanan listrik merupakan salah satu parameter fundamental dalam sistem kelistrikan yang menunjukkan kemampuan suatu bahan atau komponen dalam menghambat aliran arus listrik. Secara fisik, tahanan listrik timbul akibat adanya interaksi antara elektron yang bergerak dengan atom-atom penyusun suatu material, sehingga pergerakan elektron tidak berlangsung secara bebas. Besarnya tahanan listrik sangat dipengaruhi oleh jenis bahan, panjang penghantar, luas penampang, serta suhu lingkungan. Rugi-rugi ini tidak hanya menurunkan efisiensi sistem, tetapi juga dapat meningkatkan suhu penghantar yang berpotensi merusak isolasi kabel dan menimbulkan bahaya kebakaran. Tahanan kawat pada jaringan sistem kelistrikan menyebabkan terjadi rugi daya pada sistem dapat di tunjukkan dalam persamaan berikut.

$$\text{Rugi Daya} = I^2 \times R \quad (2)$$

$$R = \rho \frac{l}{A}, \text{ Ohm/meter} \quad (3)$$

Keterangan :

R = Resistansi

= Resistivitas jenis (Ohm-mm²/ m)

l = Panjang Kawat (meter)

A = Luas Penampang (mm²)

Beban Pada Sistem Arus Listrik Bolak-Balik (AC)

Beban resistif adalah beban yang hanya memiliki komponen tahanan, sehingga arus dan tegangan berada dalam satu fase atau sefasa. Contoh beban resistif antara lain lampu pijar dan pemanas listrik. Pada beban ini, seluruh energi listrik yang digunakan akan dikonversi menjadi energi panas atau cahaya tanpa adanya penyimpanan energi sementara dalam medan listrik atau medan magnet.

Beban induktif adalah beban yang memiliki komponen induktansi, seperti pada motor listrik, transformator, dan peralatan berbasis kumparan. Pada beban induktif, arus tertinggal (lagging) terhadap tegangan karena adanya efek medan magnet yang terbentuk di dalam kumparan. Akibatnya, sebagian energi listrik disimpan sementara dalam bentuk energi magnetik sebelum dilepaskan kembali ke sistem. Beban induktif umumnya menyebabkan faktor daya menjadi rendah, sehingga dapat menurunkan efisiensi sistem.

Sebaliknya, beban kapasitif adalah beban yang memiliki komponen kapasitansi, seperti pada kapasitor atau peralatan elektronik tertentu. Pada beban ini, arus mendahului (leading) tegangan karena adanya penyimpanan energi dalam medan listrik. Beban kapasitif sering digunakan untuk memperbaiki faktor daya dalam sistem kelistrikan, terutama untuk

mengkompensasi efek beban induktif. Persamaan beban arus seimbang dibawah ini :

$$I_{\text{Rata-rata}} = \frac{(I_{RS} + I_{TS} + I_{RT})}{3} \quad (4)$$

Rugi-Rugi Daya (Losses)

Rugi-rugi daya (losses) merupakan fenomena hilangnya sebagian energi listrik selama proses penyaluran dan penggunaan energi dalam sistem tenaga listrik. Energi listrik yang hilang ini umumnya berubah menjadi energi panas akibat adanya hambatan (tahanan) pada penghantar maupun komponen sistem lainnya. Keberadaan rugi-rugi daya tidak dapat dihindari sepenuhnya, namun dapat diminimalkan melalui perencanaan dan pengelolaan sistem kelistrikan yang baik. Salah satu jenis rugi-rugi daya yang paling umum terjadi adalah rugi-rugi akibat tahanan penghantar, yang sering disebut sebagai rugi-rugi I²R.

$$PF = \frac{P \text{ (watt)}}{S \text{ (V.A)}} \quad (5)$$

$$\text{Rugi daya nyata} : I^2 \times R \text{ watt} \quad (6)$$

$$\text{Rugi daya reaktif} : I^2 \times X \text{ watt} \quad (7)$$

Kelayakan Instalasi Listrik

Penilaian kelayakan instalasi listrik menjadi aspek yang sangat penting dalam suatu bangunan, karena berkaitan langsung dengan keselamatan manusia, perlindungan peralatan, serta kontinuitas penyaluran energi listrik. Instalasi yang dinyatakan layak harus mampu memenuhi prinsip dasar, yaitu aman dari bahaya kejutan listrik, terlindungi dari risiko kebakaran, serta mampu beroperasi secara andal dalam melayani beban listrik.

Salah satu indikator utama dalam menilai kelayakan instalasi listrik adalah aspek keselamatan. Instalasi listrik yang layak harus dilengkapi dengan sistem proteksi yang memadai, seperti pengaman arus lebih untuk melindungi dari beban lebih dan hubung singkat, serta pengaman kebocoran arus untuk mencegah terjadinya sengatan listrik. Selain itu, sistem pentanahan juga harus memenuhi standar dengan nilai tahanan yang rendah agar mampu mengalirkan arus gangguan ke tanah secara efektif.

Selain aspek keselamatan, kelayakan instalasi juga ditinjau dari aspek teknis, seperti kesesuaian kapasitas daya dengan kebutuhan beban. Instalasi yang baik harus dirancang dengan memperhitungkan total beban listrik yang digunakan, sehingga tidak terjadi kelebihan beban yang dapat menyebabkan gangguan atau kerusakan peralatan. Pemilihan penghantar juga harus sesuai dengan kapasitas arus yang mengalir, guna menghindari panas berlebih yang dapat merusak isolasi kabel.

Sistem Pentanahan

Dalam suatu sistem kelistrikan, gangguan dapat terjadi akibat berbagai faktor, seperti kerusakan

isolasi, sambungan yang tidak baik, atau pengaruh eksternal seperti sambaran petir. Tanpa adanya sistem pentanahan yang baik, arus gangguan tersebut dapat mengalir melalui tubuh manusia atau peralatan listrik, yang dapat menyebabkan kecelakaan fatal maupun kerusakan sistem. Oleh karena itu, sistem pentanahan menjadi salah satu persyaratan utama dalam instalasi listrik yang harus dipenuhi sesuai standar yang berlaku.

Secara umum, sistem pentanahan terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu elektroda pentanahan, penghantar pentanahan, serta titik sambungan ke tanah. Penghantar pentanahan adalah kabel atau konduktor yang menghubungkan peralatan listrik dengan elektroda pentanahan, sedangkan titik sambungan merupakan bagian yang menghubungkan sistem instalasi dengan sistem grounding.

Kinerja sistem pentanahan sangat dipengaruhi oleh nilai tahanan tanah atau tahanan pentanahan. Nilai tahanan pentanahan yang baik adalah yang memiliki nilai rendah, sehingga arus gangguan dapat mengalir dengan mudah ke tanah tanpa menimbulkan tegangan sentuh yang berbahaya. Besarnya nilai tahanan ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti jenis tanah, kelembaban, suhu, serta kedalaman dan jumlah elektroda yang digunakan. Tanah yang lembab dan memiliki kandungan mineral tinggi umumnya memiliki tahanan yang lebih rendah dibandingkan tanah kering atau berbatu.

$$R = \frac{\rho}{4} \sqrt{\frac{\pi}{4}} \quad (8)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Menghitung Beban Pondok Pesantren Tahfiz Al-Quds Kelurahan Limbungan

Berdasarkan hasil pengukuran pada Pondok Pesantren Tahfiz Al-Quds Kelurahan Limbungan menggunakan tabel 1, maka perhitungan pemakaian beban pada Pondok Pesantren Tahfiz Al-Quds Kelurahan Limbungan dengan pemakaian beban R = 22 amper, beban S = 26 amper dan beban T = 24 amper sebagai berikut:

$$I_{\text{Rata-rata}} = \frac{I_R + I_S + I_T}{3}$$

$$I_{\text{Rata-rata}} = \frac{22 + 26 + 24}{3}$$

$$I_{\text{Rata-rata}} = 24 \text{ amper}$$

Tabel 1 Hasil Pengukuran Pondok Pesantren Tahfiz Al-Quds Kelurahan Limbungan

No	Uraian	Parameter					
		1 Fasa (V)			3 Fasa (V)		
		RN	TN	SN	RT	ST	RS
1	Daya (watt)	37	30	24	76	81	69
		R		S		T	
2	Beban	22		26		24	

	(Amper)		
3.	Tahanan Pentanahan (ohm)	Titik Netral : 26 ohm	
		Elektroda : 32 ohm	

Menghitung Rugi-Rugi Daya

a. Nilai tahanan (R), (S) dan (T) kabel twisted 16 mm² = 0,216 ohm-meter, maka perhitungan rugi daya pada fasa R tegangan 1 fasa diperoleh :

$$\Delta P = I^2 \cdot R \text{ (watt)}$$

$$= (22)^2 \times 0,216$$

$$= 104,5 \text{ watt}$$

$$\Delta P = 0,105 \text{ kW}$$

$$\Delta P = I^2 \cdot R \text{ (watt) untuk 1 fasa}$$

$$= (26)^2 \times 0,216$$

$$\Delta P = 146 \text{ watt}$$

$$\Delta P = 0,146 \text{ kW}$$

Menghitung Jatuh Tegangan

Untuk menentukan besar jatuh tegangan pada Pondok Pesantren Tahfiz Al-Quds Kelurahan Limbungan menggunakan besar penampang kabel penghantar sebesar 16 mm² dengan impedansi sebesar 2,0161+j 0,4036 dapat di hitung sebagai berikut :

$$Z = \sqrt{R + jX}$$

$$Z = \sqrt{(2,0161 + j0,4036)^2}$$

$$Z = 23,275 \text{ ohm/km}$$

$$= 23,275 \times 0,113$$

$$Z = 2,63 \text{ ohm}$$

Maka besar jatuh tegangan :

$$\Delta V = I \times Z$$

$$= 24 \times 2,63$$

$$\Delta V = 63,12 \text{ volt}$$

Pemakaian daya total dengan faktor daya maksimal 0,96 sebagai berikut :

$$P = KVA \times \cos \varphi$$

$$= 4,466 \times 0,96$$

$$P = 4,29 \text{ kW}$$

Tahanan jenis tanah dengan jenis tanah campuran dengan besar nilai tahanan jenis tanah sebesar 400 ohm-meter, maka untuk menghitung tahanan pentanahan suatu bangunan:

$$R = \frac{\rho}{4} \sqrt{\frac{\pi}{4}}$$

$$R = \frac{400}{4} \sqrt{\frac{3,14}{4}}$$

$$R = 100 \times 0,886$$

$$R = 88,6 \text{ ohm}$$

Berdasarkan hasil analisis pada Pondok Pesantren Tahfiz Al-Quds di Kelurahan Limbungan,

diperoleh bahwa arus rata-rata pada sistem tegangan tiga fasa 380 volt adalah sebesar 24 amper, dengan kapasitas daya mencapai 0,124 kW. Adapun rugi daya yang terjadi pada masing-masing fasa yaitu fasa R sebesar 0,105 kW, fasa S sebesar 0,146 kW, dan fasa T sebesar 0,124 kW. Nilai tahanan pentanahan tercatat sebesar 32 ohm, sementara kapasitas pengaman hasil perhitungan mencapai 88,6 amper. Dengan demikian, kapasitas sistem pengaman yang terpasang sebesar 25 amper masih tergolong layak untuk digunakan.

Dari hasil pembahasan juga diketahui bahwa nilai pengukuran tahanan pentanahan pada titik netral sebesar 26 ohm. Nilai ini berada di bawah hasil perhitungan analisis sebesar 88,6 ohm, sehingga dinilai masih memenuhi kriteria kelayakan sesuai standar PUIL 2011 yang mensyaratkan nilai kurang dari 5 ohm. Bangunan instalasi listrik tersebut mulai dipasang pada tahun 2015 dan telah beroperasi selama kurang lebih 8 tahun (2015–2023). Mengacu pada Peraturan Menteri ESDM Nomor 0045 Tahun 2005 Pasal 15 Ayat 3, yang menyatakan bahwa instalasi pemanfaatan tenaga listrik pada konsumen tegangan tinggi, menengah, dan rendah wajib dilakukan uji kelayakan ulang setiap 15 tahun, maka kondisi instalasi listrik di Pondok Pesantren Tahfiz Al-Quds masih dinyatakan layak karena usia instalasi belum melebihi batas waktu yang ditentukan

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis perhitungan pada Pondok Pesantren Tahfiz Al-Quds di Kelurahan Limbungan, diperoleh beberapa temuan sebagai berikut:

1. Arus rata-rata pada sistem tegangan tiga fasa 380 volt tercatat sebesar 63,6 amper.
2. Kapasitas daya yang dihasilkan sebesar 0,480 kW, dengan rincian rugi daya pada fasa R sebesar 0,194 kW, fasa S sebesar 0,170 kW, dan fasa T sebesar 0,181 kW.
3. Hasil perhitungan adalah 69,2 amper, sehingga kapasitas pengaman yang direkomendasikan untuk dipasang sebesar 100 amper dan masih dinilai layak.
4. Pengukuran nilai tahanan pentanahan sebesar 3,4 ohm, yang lebih rendah dari hasil perhitungan dan telah memenuhi standar PUIL 2011.
5. Kondisi instalasi listrik menunjukkan bahwa pada Gedung 1 masih dalam keadaan layak, sedangkan pada Gedung 2 sudah tidak layak. Meskipun demikian, secara umum bahan dan material instalasi listrik yang digunakan masih berada dalam kondisi baik dan layak pakai.

5. Saran

Pada Pondok Pesantren Tahfiz Al-Quds

Kelurahan Limbungan disarankan untuk melakukan pemeliharaan dan memeriksa elektroda pentanahan yang dipasang dan menambah elektroda pentanahan pada atas bangunan dengan sistem penangkal petir.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. A. Arlenny, "Analisis Kinerja Sistem Kelistrikan Fakultas Hukum Universitas Lancang Kuning Pekanbaru," *J. Teknol.*, vol. 8, no. 1, 2015.
- [2] A. M. Hanani, "Pemanfaatan Audit Sistem Penerangan dan Sistem Pendingin Sebagai Upaya Optimasi Energi Listrik Pemanfaatan Audit Sistem Penerangan Dan Sistem Pendingin Sebagai Upaya Optimasi Energi Listrik Andy Muhammad Hanani Achmad Imam Agung , Mahendara Widyartono , A," *J. Tek. elektro*, vol. 10, no. 10, pp. 173–183, 2021.
- [3] D. Harianto, "Evaluasi Kelayakan Instalasi Listrik Rumah Tangga Dengan Pemakaian Lebih Dari 15 Tahun Berdasarkan Puil 2000 Di Desa Cipaku Kecamatan Cibogo Kabupaten Subang Jawa Barat," 2016.
- [4] A. A. Nugrahadi, R., Farizky, M. D. A., Dewantari, T. N., Karnoto, K., Zahra, "Analisis Pencerayaan Dan Peluang Penghematan Energi Listrik Di Gedung Rektorat Universitas Katolik Soegijapranata," *J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 12, no. 4, 2023.
- [5] Y. Witanto and B. D. Leonanda, "Optimasi Pemanfaatan LPG Sebagai Bahan Bakar Genset Untuk Mendukung Program Penghematan Energi," *J. Tek. Mesin*, vol. 16, no. 2, pp. 194–199, 2023, doi: 10.30630/jtm.16.2.1113.
- [6] M. Arigo, A. Hafid, S. Berliana, and R. Zainu, "Pendekatan Fuzzy Logic dalam Rancangan Otomatisasi Penggunaan Energi Listrik pada Sistem Pendingin Udara," *J. Elkolind*, vol. 11, 2024.
- [7] M. A. Novianta, "Penyuluhan Potensi Bahaya Listrik Rumah Tangga Untuk Ibu-Ibu Lpmd Dusun Totogan, Madurejo, Prambanan, Sleman," *ISSN 2614-2929 Vol. 1 No. 2 Ed. Oktober 2018*, vol. 1, no. 2, 2018.
- [8] M. Irfan S, H. Gusmedi, and D. Despa, "Optimasi Penggunaan Energi Pada Sistem Pencerayaan Gedung Rektorat Universitas Lampung Dalam Rangka Konservasi Energi," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 2, no. 3, 2016, doi: 10.23960/jitet.v2i3.530.
- [9] C. S. Patabang, S., Leda, J. M., Sampebatu, L., Ramadhan, S., More, "Penyuluhan Penghematan Energi Listrik Pada Rumah Tangga," *Indones. J. Community Serv.*, vol. 3, no. 2, 2023.

- [10] M. A. Hambaly E.Y., Setiawati M., “Menghindari Bahaya Kebakaran Melalui Instalasi Listrik yang Benar dan Aman,” *J. Penelit. dan Pengabd. Ethos (Sains Teknol. Univ. Islam Bandung*, vol. 6, no. 2, 2018.
- [11] B. Y. Husodo and N. Sianturi, “Studi Analisa Optimasi Penghematan Energi Pada Sistem Tata Udara Di Terminal Kargo Bandara Soekarno – Hatta,” *J. Teknol. Elektro*, vol. 5, no. 3, 2014, doi: 10.22441/jte.v5i3.770.
- [12] Lisiani, “Identifikasi dan Analisa Jenis Beban Listrik Rumah Tangga Terhadap Faktor Daya (Cos Phi), Pontianak,” 2009.
- [13] dan I. K. Indra Z, “Analisis Sistem Instalasi Listrik Rumah Tinggal dan Gedung untuk Mencegah Bahaya Kebakaran,” *Ilm.ELIT. Elektro*, vol. 2, no. 1, 2011.
- [14] I. G. M. N. Desnanjaya, “Optimasi Penggunaan Seleaction Untuk Penghematan Energi Listrik,” *J. Pendidik. Teknol. dan Kejuru.*, vol. 17, no. 1, p. 11, 2020, doi: 10.23887/jptk-undiksha.v17i1.21914.

