

LAPORAN TUGAS AKHIR
ANALISA KELAYAKAN INSTALASI LISTRIK RUMAH
TINGGAL DI DESA TRISARI KECAMATAN GUBUG
KABUPATEN GROBOGAN

Laporan ini disusun guna memenuhi salah satu syarat mata kuliah
Tugas Akhir pada Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Sultan Agung Semarang



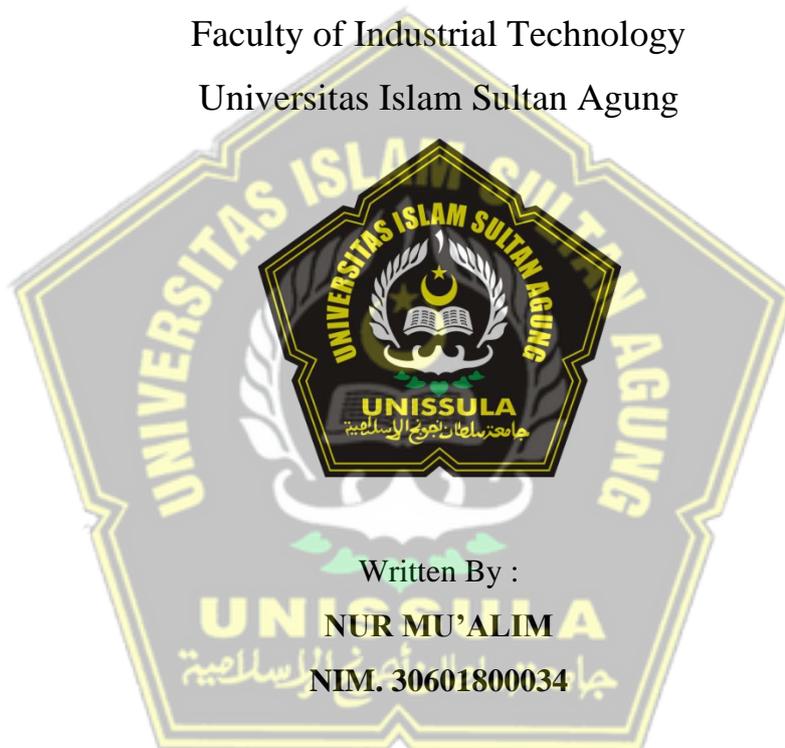
Disusun Oleh :
NUR MU'ALIM
NIM. 30601800034

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG

2022

FINAL PROJECT
**FEASIBILITY ANALYSIS OF ELECTRICAL INSTALLATION
IN HOUSE IN TRISARI VILLAGE, GUBUG DISTRICT,
GROBOGAN DISTRICT**

Proposed to complete the requirement to obtain a Bachelor's Degree
(S1) at Departement of Electrical Engineering
Faculty of Industrial Technology
Universitas Islam Sultan Agung



Written By :

NUR MU'ALIM

NIM. 30601800034

**DEPARTEMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG**

2022

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir dengan judul "ANALISA KELAYAKAN INSTALASI LISTRIK RUMAH TINGGAL DI DESA TRISARI KECAMATAN GUBUG KABUPATEN GROBOGAN" ini disusun oleh :

Nama : Nur Mu'alim
NIM : 30601800034
Program Studi : Teknik Elektro

Telah disahkan oleh dosen pembimbing pada :

Hari : Rabu
Tanggal : 11 Januari 2023

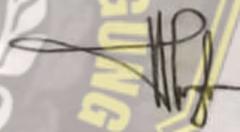
Pembimbing 1



Ir. Ida Widiastuti, MT.

NIDN. 0005036501

Pembimbing 2



Dedi Nugroho, ST., MT.

NIDN. 0614117701

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Elektro



UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
TEKNIK ELEKTRO
Jenny Putri Hapsari, ST., MT

NIDN. 0607018501

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir dengan judul "ANALISA KELAYAKAN INSTALAS LISTRIK RUMAH TINGGAL DI DESA TRISARI KECAMATAN GUBUC KABUPATEN GROBOGAN" ini telah dipertaruhkan didepan dosen penguji

Tugas Akhir pada :

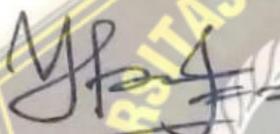
Hari : Rabu

Tanggal : 28 Desember 2022

TIM PENGUJI

Anggota I

Anggota II


Ir. Ida Widiastuti, MT.
NIDN. 0005036501


Dedi Nugroho, ST., MT.
NIDN. 0614117701

Ketua Penguji


Dr. Ir. H. Muhammad Haddin, MT.
NIDN. 0618066301

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Nur Mu'alim
NIM : 30601800034
Judul Tugas Akhir : ANALISA KELAYAKAN INSTALASI LISTRIK
RUMAH TINGGAL DI DESA TRISARI
KECAMATAN GUBUG KABUPATEN
GROBOGAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa judul dan isi Tugas Akhir yang saya buat dalam rangka menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S1) Teknik Elektro tersebut adalah asli dan belum pernah diangkat, ditulis ataupun dipublikasikan oleh siapapun baik keseluruhan maupun sebagian, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka, dan apabila dikemudian hari ternyata terbukti bahwa judul Tugas Akhir tersebut pernah diangkat, ditulis ataupun dipublikasikan, maka saya bersedia dikenakan sanksi akademis. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sadar dan penuh tanggung jawab.

Grobogan, 10 Januari 2023

Yang Menyatakan


Nur Mu'alim

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI ILMIAH

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Nur Mu'alim

NIM : 30601800034

Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknologi Industri

Dengan ini menyatakan Karya Ilmiah berupa Tugas Akhir dengan judul :

**ANALISA KELAYAKAN INSTALASI LISTRIK RUMAH TINGGAL DI
DESA TRISARI KECAMATAN GUBUG KABUPATEN GROBOGAN.**

Menyetujui menjadi hak milik Universitas Islam Sultan Agung serta memberikan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif untuk disimpan, dialihmediakan, dikelola dalam pangkalan data dan publikasikan di internet dan media lain untuk kepentingan akademis selama tetap mencantumkan nama penulis sebagai pemilik hak cipta. Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh. Apabila dikemudian hari terbukti ada pelanggaran Hak Cipta/ Plagiatisme dalam karya ilmiah ini, maka segala bentuk tuntutan hukum yang timbul akan saya tanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Universitas Islam Sultan Agung.

Grobogan, 10 Januari 2023

Yang Menyatakan



Nur Mu'alim

PERSEMBAHAN

Pertama.

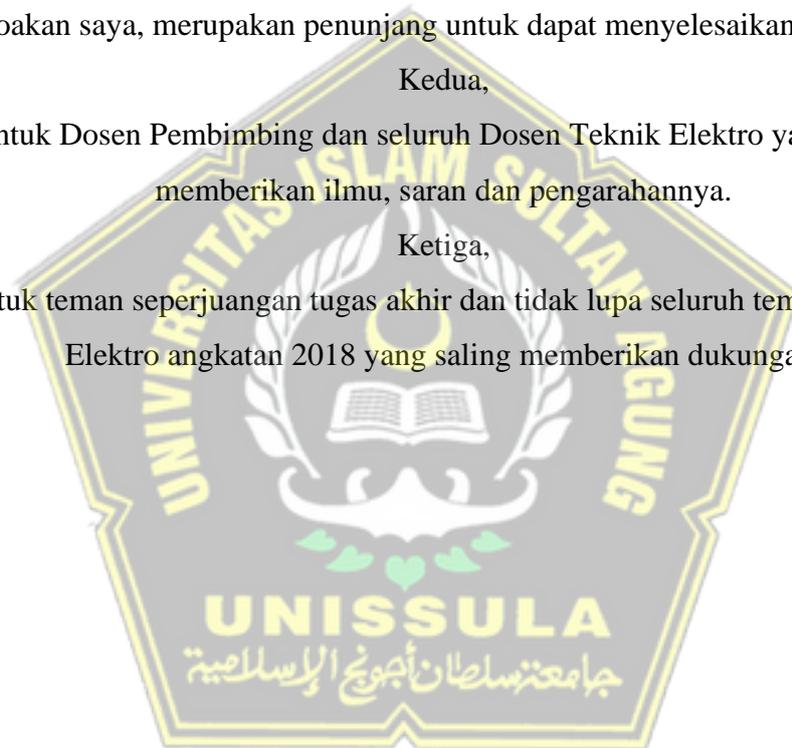
Tugas Akhir ini akan saya persembahkan kepada kedua orang tua saya yang saya cintai Bapak Sunarto dan Ibu Sri Murni yang sudah membesarkan saya, memberikan dukungan dan menjadi motivasi hidup saya dalam menyelesaikan studi saya hingga saat ini. Juga kedua Adik saya yang telah menyemangati dan mendoakan saya, merupakan penunjang untuk dapat menyelesaikan perkuliahan.

Kedua,

Untuk Dosen Pembimbing dan seluruh Dosen Teknik Elektro yang selalu memberikan ilmu, saran dan pengarahannya.

Ketiga,

Untuk teman seperjuangan tugas akhir dan tidak lupa seluruh teman Teknik Elektro angkatan 2018 yang saling memberikan dukungan.



MOTTO

“Dan janganlah kamu berputus asa dari rahmat Allah. Sesungguhnya tiada berputus dari rahmat Allah melainkan orang-orang yang kafur”.

- QS. Yusuf: 87

"Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”.

- QS. Al-Insyirah: 5

“Raihlah ilmu dan untuk meraih ilmu belajarlah tenang dan sabar.”

– Umar bin Khattab

“Pengetahuan yang baik adalah yang memberikan manfaat, bukan hanya diingat.”

– Imam Syafi’i

“Barang siapa keluar untuk mencari sebuah ilmu, maka ia akan berada di jalan Allah hingga ia kembali.”

– HR. Tirmidzi

“Menuntut ilmu adalah taqwa. Menyampaikan ilmu adalah ibadah. Mengulang-ulang ilmu adalah zikir. Mencari ilmu adalah jihad.”

– Abu Hamid Al Ghazali

Dan sebaik-baik manusia adalah orang yang paling bermanfaat bagi manusia.”

– HR. Thabrani dan Daruquthni.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas Rahmat dan Hidayah – Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir Skripsi dengan judul “ANALISA KELAYAKAN INSTALASI LISTRIK RUMAH TINGGAL DI DESA TRISARI KECAMATAN GUBUG KABUPATEN GROBOGAN” dapat diselesaikan dengan baik. Selesaiannya Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan bimbingan dan doa dari berbagai pihak yang telah membantu dalam pembuatan karya ini. Oleh karena itu penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada :

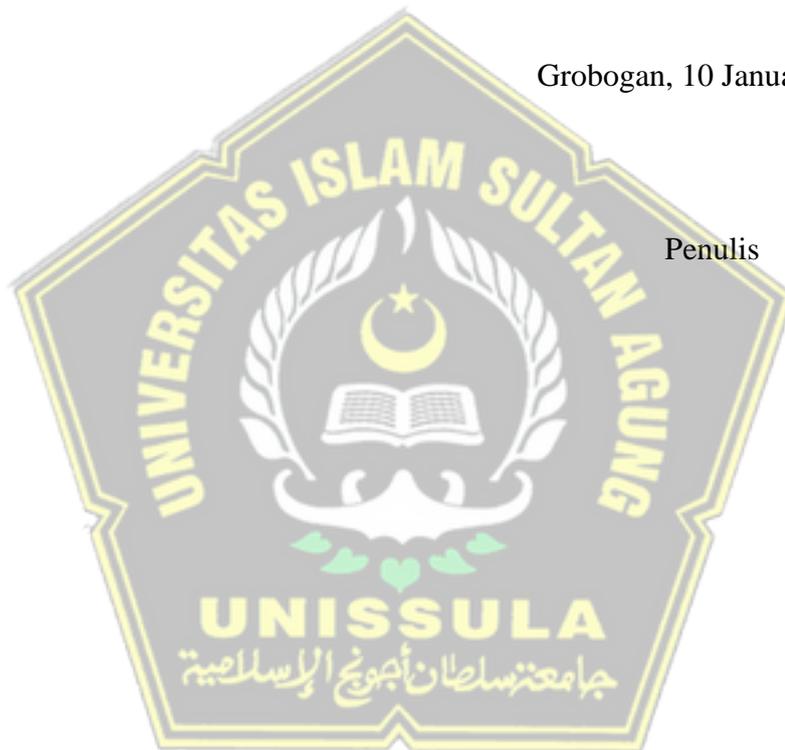
1. Kedua Orang tua, yakni Bapak Sunarto dan Ibu Sri murni yang telah memberikan dukungan baik material maupun non material serta tidak lupa selalu memberikan dukungan doanya disetiap waktu.
2. Bapak Prof. Dr. Gunarto S.H., M.Hum. selaku Rektor Universitas Islam Sultan Agung Semarang
3. Ibu Dr. Hj. Novi Marlyana, ST, MT Selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
4. Ibu Jenny Putri Hapsari, ST,MT Selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
5. Ibu Ir. Ida Widiastuti, MT. Selaku Dosen Pembimbing pertama yang telah meluangkan waktu selama proses bimbingan.
6. Bapak Dedi Nugroho,ST,MT Selaku Dosen Pembimbing Kedua yang telah meluangkan waktu selama proses bimbingan.
7. Bapak Munaf Ismail, ST, MT Selaku Koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung serta sebagai wali dosen Teknik Elektro 2018.
8. Seluruh dosen pengajar di jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang
9. Seluruh keluarga tersayang yang telah senantiasa mendo`akan dan memberikan semangat dalam penyelesaian Tugas Akhir

10. Semua pihak yang telah membantu hingga terselesainya pembuatan tugas akhir maupun dalam penyusunan tugas akhir yang tidak dapat disebutkan satu persatu Dalam pembuatan Laporan Tugas Akhir ini.

Penulis juga menyadari walaupun telah berusaha semaksimal mungkin, tentunya masih banyak kekurangan dan keterbatasan dimiliki, oleh karena itu diharapkan saran dan kritik untuk membangun kesempurnaan karya ini, semoga karya ini bermanfaat.

Grobogan, 10 Januari 2023

Penulis



DAFTAR ISI

LAPORAN TUGAS AKHIR	i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iv
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI ILMIAH	vi
PERSEMBAHAN	vii
MOTTO	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
ABSTRAK	xvi
ABSTRACT	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Pembatasan Masalah	2
1.4 Tujuan.....	2
1.5 Manfaat.....	2
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	4
2.1 Tinjauan Pustaka	4

2.2	Landasan Teori	6
2.2.1.	Instalasi Listrik.....	6
2.2.2.	Persyaratan Instalasi Listrik	7
2.2.3.	Perlengkapan Instalasi Listrik	8
2.2.4.	KWh Meter.....	9
2.2.5.	Tahanan Pentanahan.....	10
2.2.6.	Elektroda Pentanahan.....	11
2.2.7.	Konduktor pembumian.....	14
2.2.8.	Lasdop atau Isolasi.....	15
2.2.9.	Saklar.....	15
2.2.10.	Kotak kontak	16
2.2.11.	Fitting	17
2.2.12.	Kotak hubung	19
2.2.13.	Penghantar Instalasi Listrik.....	20
2.2.14.	Persyaratan Penghantar Instalasi Listrik	21
2.2.15.	Kapasitas Hantar Arus.....	22
2.2.16.	Ketentuan Variasi Tegangan Pelayanan.....	24
2.2.17.	Pengaman Instalasi.....	24
BAB III	METODE PENELITIAN	26
3.1.	Objek Penelitian	26
3.2.	Peralatan Penelitian	27
3.3.	Pengukuran Tahanan Pentanahan.....	27
3.4.	Pengukuran Tegangan Instalasi Listrik	28
3.5.	Pengecekan Kabel Penghantar Listrik.....	28

3.6.	Pengecekan pengaman Instalasi	28
3.7.	Pengukuran Ketinggian Kotak Kontak dan MCB Box	29
3.8.	Langkah Penelitian	29
3.9.	Diagram Alir Penelitian.....	30
BAB IV DATA DAN ANALISA		31
4.1.	Pengukuran Tahanan Pentanahan.....	32
4.2.	Pengukuran Tegangan Listrik	34
4.3.	Pengecekan Kabel Penghantar	36
4.4.	Pengecekan Pengaman Instalasi.....	38
4.5.	Pengukuran Ketinggian Kotak Kontak dan MCB Box	40
4.6.	Analisa.....	43
4.6.1.	Analisa Pengukuran Pentanahan	43
4.6.2.	Analisa Pengukuran Tegangan Listrik	44
4.6.3.	Analisa Pengecekan kabel penghantar listrik.....	44
4.6.4.	Analisa Pengecekan Pengaman Instalasi	44
4.6.5.	Analisa Pengukuran Ketinggian Kotak Kontak dan MCB Box.....	45
4.6.6.	Analisa Perhitungan Presentase Penelitian Keseluruhan	45
BAB V PENUTUP.....		46
5.1.	Kesimpulan.....	46
5.2.	Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA		47
LAMPIRAN		49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Contoh KWh Meter Digital	9
Gambar 2. 2 Gambar Saklar Tunggal dan Ganda.....	16
Gambar 2. 3 Lampu Fitting	17
Gambar 2. 4 Fitting Lampu Platfon.....	17
Gambar 2. 5 Fitting Lampu Sensor[9].....	18
Gambar 2. 6 Fitting Lampu Colokan[9]	18
Gambar 2. 7 Fitting Lampu Kedap Air[9].....	19
Gambar 2. 8 Gambar Kotak Hubung Terbuka dan Tertutup.....	19
Gambar 2. 9 Kabel Penghantar Instalasi Listrik Tipe NYA berlapis Pipa PVC .	20
Gambar 2. 10 Kabel Penghantar Instalasi Listrik Tipe NYM	21
Gambar 2. 11 Miniature Circuit Breaker (MCB)	25
Gambar 3. 1 Peta Desa Trisari Pada Google Map[13]	26
Gambar 4. 1 Grafik Presentase pada Pengukuran Tahanan Pentanahan	33
Gambar 4. 2 Grafik Presentase Pengukuran Tegangan Pelayanan.....	35
Gambar 4. 3 Grafik Presentase Pengecekan Kabel Penghantar	37
Gambar 4. 4 Grafik Presentase Pengecekan Pengaman Instalasi.....	39
Gambar 4. 5 Grafik Presentase Pengukuran Ketinggian Stop Kontak dan MCB Box	41
Gambar 4. 6 Grafik Presentase Total Keseluruhan Penelitian	42

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Ukuran minimum biasa untuk elektroda bumi	12
Tabel 2. 2 Tabel Jenis Tanah dan Nilai Resistansinya	13
Tabel 2. 3 Syarat Konduktor Pembumian	14
Tabel 2. 4 KHA terus menerus yang diperbolehkan dan proteksi untuk kabel	23
Tabel 2. 5 KHA Untuk Penghantar Berinti Lebih dari satu Berselubung Isolasi (Kabel NYM)	23
Tabel 3. 1 Tabel Peralatan yang Digunakan.....	27
Tabel 4. 1 Tabel Hasil Pengukuran Tahanan Pentanahan	32
Tabel 4. 2 Tabel Pengukuran Tegangan Listrik	34
Tabel 4. 3 Tabel Pengecekan kabel penghantar listrik.....	36
Tabel 4. 4 Tabel Pengecekan Jenis Pengaman Instalasi dan Keadaan	38
Tabel 4. 5 Tabel Hasil Pengukuran Ketinggian Kotak Kontak dan MCB Box....	40



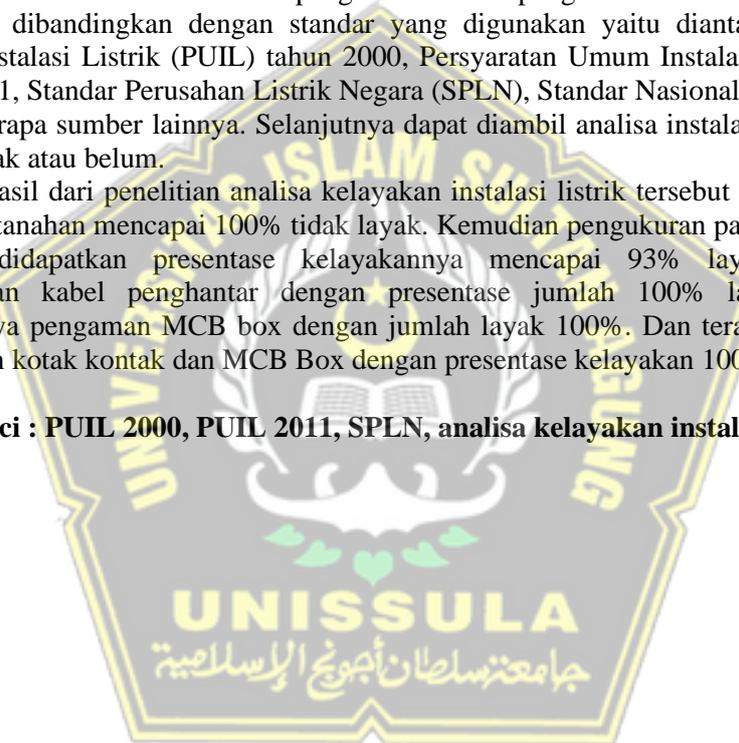
ABSTRAK

Semakin termakannya waktu instalasi listrik semakin lama akan semakin menurun kualitas dan kuantitasnya. Maka dari itu instalasi listrik harus selalu dilakukan pengecekan dan pengujian untuk mendapatkan perlengkapan instalasi listrik yang aman dan nyaman sehingga terhindar dari gangguan pada instalasi seperti *short circuit* atau korsleting listrik.

Penelitian ini membahas tentang analisa kelayakan instalasi listrik di desa trisari kecamatan Gubug kabupaten Grobogan, untuk sampel yang akan diteliti sebanyak 30 rumah. Parameter dari penelitian adalah diameter elektroda, nilai tahanan pentanahan, jenis kabel penghantar, jenis pengaman yang digunakan, dan ketinggian kotak kontak dan MCB box. Setelah melakukan pengukuran dan pengecekan hasil yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan standar yang digunakan yaitu diantaranya Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) tahun 2000, Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) tahun 2011, Standar Perusahaan Listrik Negara (SPLN), Standar Nasional Indonesia (SNI), dan beberapa sumber lainnya. Selanjutnya dapat diambil analisa instalasi di desa Trisari sudah layak atau belum.

Hasil dari penelitian analisa kelayakan instalasi listrik tersebut pada pengukuran tahanan pentanahan mencapai 100% tidak layak. Kemudian pengukuran pada nilai tegangan layanan didapatkan presentase kelayakannya mencapai 93% layak. Selanjutnya pengecekan kabel penghantar dengan presentase jumlah 100% layak digunakan. Selanjutnya pengaman MCB box dengan jumlah layak 100%. Dan terakhir pengukuran ketinggian kotak kontak dan MCB Box dengan presentase kelayakan 100%.

Kata kunci : PUIL 2000, PUIL 2011, SPLN, analisa kelayakan instalasi, MCB box



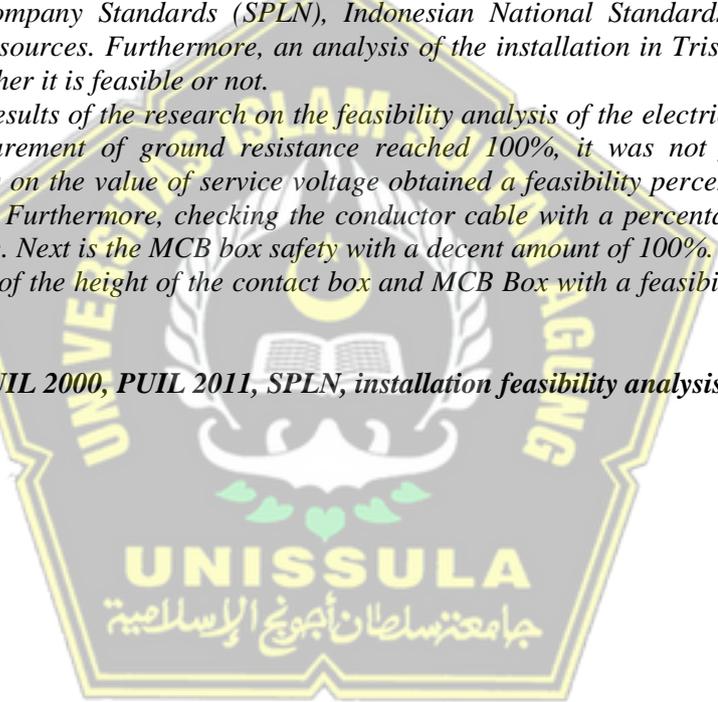
ABSTRACT

The more time the electrical installation takes, the longer it will decrease in quality and quantity. Therefore electrical installations must always be checked and tested to obtain safe and comfortable electrical installation equipment so as to avoid disturbances in installations such as short circuits or electrical short circuits.

This study discusses the feasibility analysis of electrical installations in Trisari village, Gubug sub-district, Grobogan district, for a sample of 30 houses to be studied. The parameters of the study were the diameter of the electrodes, the value of grounding resistance, the type of conducting cable, the type of protection used, and the height of the contact box and MCB box. After measuring and checking the results obtained, they were compared with the standards used, namely the 2000 General Electrical Installation Requirements (PUIL), 2011 Electrical Installation General Requirements (PUIL), State Electricity Company Standards (SPLN), Indonesian National Standards (SNI), and several other sources. Furthermore, an analysis of the installation in Trisari village can be taken whether it is feasible or not.

The results of the research on the feasibility analysis of the electrical installation on the measurement of ground resistance reached 100%, it was not feasible. Then measurements on the value of service voltage obtained a feasibility percentage reaching 93% feasible. Furthermore, checking the conductor cable with a percentage of 100% is feasible to use. Next is the MCB box safety with a decent amount of 100%. And finally the measurement of the height of the contact box and MCB Box with a feasibility percentage of 100%.

Keywords: *PUIL 2000, PUIL 2011, SPLN, installation feasibility analysis, MCB box*



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada perkembangan zaman sekarang hampir semua alat membutuhkan listrik. Karena energi listrik mudah diubah ke energi lainnya seperti energi listrik diubah menjadi energi panas, gerak dan lain – lain. Listrik sendiri sudah banyak digunakan pada peralatan rumah tangga..

Listrik sudah dijadikan kebutuhan pokok diberbagai sektor. Tidak dapat dihindari bahwa listrik dijadikan sumber tenaga yang sangat dimanfaatkan pada kebutuhan sekarang.

Seiring berkembangnya waktu dan meningkatnya kebutuhan listrik masyarakat, instalasi listrik rumah pelanggan juga mengalami perubahan baik secara kualitas maupun secara kuantitas. Yaitu makin menurunnya kualitas instalasi listriknya, dan perubahan kuantitas titik bebannya, akibat dari perubahan keduanya sangat berpengaruh terhadap kelayakan instalasi dan keselamatan pemakainya. Dapat diperkirakan bahwa pada umumnya pelanggan tidak ahli dalam bidang listrik. Akibat dari ketidaklayakan instalasi dapat menimbulkan kecelakaan.[1].

Instalasi listrik pada rumah tinggal dipasang sesuai dengan peraturan yang berlaku. Pemasangan instalasi listrik di Indonesia diatur sesuai Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL 2011) yang merupakan revisi PUIL 2000 dan peraturan lainnya yang mendukung. Pengawasan pelaksanaan peraturan-peraturan tersebut dilakukan oleh PT.PLN (Persero) sebagai pemberi ijin dan pengontrol pemasangan instalasi listrik rumah tinggal.

Sebagian besar rumah – rumah di desa Trisari banyak rumah yang sudah tua dan banyak instalasinya sudah termakan oleh waktu. Karena itu harus dilakukan pengecekan instalasi untuk mengetahui tingkat kelayakannya. Untuk menghindari terjadi sengatan listrik atau kebakaran.

Pada hari selasa 26 Juli 2022 di tetangga desa tepatnya desa ngroto terjadi kebakaran. Kebakaran tersebut menyebabkan 3 rumah ludes terbakar dan satu rumah Sebagian terbakar. Menurut kapolsek setempat penyebab kebakaran

berdasarkan hasil pemeriksaan diduga akibat konsleting listrik dirumah salah satu warga.

Berdasarkan permasalahan diatas penulis tertarik untuk mengambil penelitian dengan judul “Analisa Kelayakan Instalasi Listrik Rumah Tinggal di Desa Trisari Kecamatan Gubug Kabupaten Grobogan”.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah di uraikan diatas, maka dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana Tingkat Kelayakan Instalasi Listrik Rumah Tinggal di Desa Trisari Kecamatan Gubug Kabupaten Grobogan?
2. Apa Saja Yang Mempengaruhi Ketidaklayakan Instalasi Listrik Rumah Tinggal di Desa Trisari Kecamatan Gubug Kabupaten Grobogan?

1.3 Pembatasan Masalah

Pada penelitian ini dilakukan riset permasalahan penelitian yang diangkat perlu dibatasi variabelnya. Oleh sebab itu, batasan-batasan masalahnya adalah :

1. Instalasi Listrik Rumah Tangga berdaya 450 VA dan 900 VA.
2. Lokasi penelitian di Desa Trisari Kecamatan Gubug Kabupaten Grobogan.
3. Pengukuran pada nilai tahanan pentahan, nilai tegangan, ketinggian MCB Box dan kotak kontak.
4. Jumlah Rumah yang akan diteliti berjumlah 30 Rumah.

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat kelayakan instalasi listrik rumah tinggal di desa Trisari kecamatan Gubug kabupaten Grobogan sudah memenuhi standar PUIL atau belum. Serta untuk mengetahui faktor yang mempengaruhi ketidak-layakan instalasi listrik rumah tinggal di desa Trisari kecamatan Gubug kabupaten Grobogan.

1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah diharapkan dapat menambahkan ilmu dan pengetahuan bagi peneliti mengenai Analisa Kelayakan Instalasi Listrik rumah

tinggal yang di Desa Trisari Kecamatan Gubug Kabupaten Grobogan, Instalasi Listriknya sudah memenuhi standar PUIL atau kurang memenuhi standar yang ada

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis membagi penyusunan tiap bab penulisan sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Dalam bab ini berisikan latar belakang, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Bab ini berisikan tinjauan pustaka penelitian sebelumnya yang pernah dilakukan, teori-teori yang berkaitan dengan penelitian. Adapun teori - teori tersebut meliputi instalasi listrik tegangan menengah, peraturan pengujian instalasi listrik, perlengkapan dalam instalasi listrik, tahanan isolasi, dan tahanan pentanahan.

BAB III : METODE PENELITIAN

Bab ini berisi metode penelitian yang digunakan, jenis penelitian, lokasi dan waktu penelitian, penetapan objek penelitian, metode pengumpulan data dan metode analisis data.

BAB IV : HASIL DAN ANALISA

Bab ini berisi pembahasan data dan analisa penelitian yang didapatkan dari hasil penelitian di lokasi dan pengolahan data yang diperoleh.

BAB V : PENUTUP

Hasil dari data penelitian dan analisa yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan dan saran sebagai penutup tugas akhir ini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Adapun penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya mengenai Analisa Kelayakan Instalasi Listrik rumah tinggal di Desa Trisari Kecamatan Gubug Kabupaten Grobogan yakni :

- a. ANALISIS KELAYAKAN INSTALASI LISTRIK RUMAH TINGGAL DIATAS 15 TAHUN BERDASARKAN PUIL 2011 DI KECAMATAN TANJUNG PANDAN[2]. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kelayakan instalasi listrik di kecamatan tanjong pandan 100% tidak layak, Faktor ketidaklayakan instalasi, terdapat pada luas penampang kabel penghantar, pengaman MCB, tahanan isolasi dan tahanan pembumian.
- b. ANALISIS KELAYAKAN INSTALASI LISTRIK RUMAH TANGGA DI DESA PURWOREJO KECAMATAN KUALA KABUPATEN NAGAN RAYA[1] Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Hasil presentase kriteria kelayakan instalasi listrik terbesar terdapat pada pengaman instalasi listrik yaitu sebesar 100% layak dan ketinggian stop kontak/MCB box yaitu sebesar 100% layak, sedangkan persentase terkecil terdapat pada faktor pembumian/grounding 40%. Tingkat Persentase instalasi listrik rumah tangga di Desa Purworejo Kecamatan Kuala Kabupaten Nagan Raya di atas umur 15 tahun sebesar 35% layak (berjumlah 7 rumah) dan 65% tidak layak (berjumlah 13 rumah).
- c. STUDI KELAYAKAN INSTALASI LISTRIK RUMAH TANGGA BERUMUR DIATAS 15 TAHUN DI KABUPATEN DEMAK[3]. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa, Tingkat kelayakan instalasi listrik di kabupaten demak, meliputi perlengkapan instalasi listrik yang layak berjumlah 42 rumah dan 14 rumah tidak layak dan persentase kelayakannya adalah 75%. pada pengaman instalasi listrik yang layak berjumlah 52 rumah dan 4 rumah tidak layak dan persentase kelayakannya mencapai 92,8%. Pada penampang penghantar 47 rumah layak dan 9 rumah tidak layak dan persentasenya adalah 83,9%. Pada Risolasi kelayakan instalasi

listrik semua memenuhi standart, yaitu mencapai 100% layak. Pada Rpentanahan 53 rumah layak dan 3 rumah tidak layak, maka persentasenya adalah 94,6%. Kelayakan instalasi listrik rumah tangga berumur lebih dari 15 tahun di kabupaten demak mencapai 62,5% layak, sedangkan 37,5% tidak layak.

- d. STUDI KELAYAKAN INSTALASI PENERANGAN RUMAH DI ATAS UMUR 15 TAHUN TERHADAP PUIL 2000 DI DESA PANCUR KECAMATAN PANCUR KABUPATEN REMBANG[4]. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa, tingkat kelayakan instalasi penerangan rumah yang telah dipakai selama lebih dari 15 tahun di Desa Pancur Kecamatan Pancur Kabupaten Rembang secara persentase sebesar 26% dan secara jumlah sebanyak 25 dinyatakan layak dari 98 instalasi penerangan rumah. Faktor-faktor kelayakan yang memiliki persentase kelayakan kurang dari 100% adalah: a. Luas Penampang Penghantar dengan persentase kelayakan 80%; b. Polaritas dengan persentase kelayakan 72%; c. Pemasangan dengan persentase kelayakan 67% dan d. Lengkapan bertanda SNI dengan persentase kelayakan 53%. tahanan isolasi penghantar, tahanan pentanahan dan pengaman (MCB) dilihat dari kondisi fisiknya dapat dinyatakan masih dalam keadaan layak walaupun dalam pemakaian selama 15 tahun
- e. ANALISA KELAYAKAN SISTEM INSTALASI LISTRIK MELALUI PENGUJIAN NILAI TAHANAN ISOLASI DAN TAHANAN BUMI Hasil[5]. penelitian ini menunjukkan bahwa, penurunan tahanan isolasi bersifat eksponensial terhadap waktu. Tahanan isolasi dari jenis kabel yang diuji pada penelitian ini didapat titik kritis temperature isolasi dengan nilai 40,9 °C pada suhu ruang 27°C dan kabel mengalami penurunan tahanan isolasinya. Sedangkan untuk nilai tahanan bumi akan semakin kecil bila semakin dalam elektroda ditanamkan. Nilai tahanan bumi yang diperoleh dari data dilapangan berbeda dengan analisis teori hal ini dapat disebabkan oleh beberapa hal seperti tidak sempurnanya lagi bentuk elektroda batang karena sering digunakan yang menyebabkan berubahnya luas penampang elektroda yang berpengaruh pada perhitungan. Nilai tahanan jenis

bervariasi sesuai dengan keadaan pada saat pengukuran. makin tinggi suhu makin tinggi tahanan jenisnya. Sebaliknya makin lembab tanah itu makin rendah tahanan jenisnya.

- f. ANALISA KELAYAKAN JARINGAN INSTALASI KELISTRIKAN UNTUK SALURAN TEGANGAN RENDAH (STR) DI KECAMATAN PUJUD KABUPATEN ROKAN HILIR[6]. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa, Instalasi listrik milik masyarakat di Desa Pujud dinyatakan cukup layak. Ditunjukkan dengan 34 Rumah layak karena memenuhi seluruh kriteria yang telah ditetapkan dengan persentase sebesar 55,73%, sementara 27 rumah dinyatakan kurang layak karena beberapa kriteria tidak terpenuhi dengan persentase 44,27%. Penyebab terjadinya ketidaklayakan yaitu faktor besar penampang, faktor pengaman instalasi listrik, faktor perlengkapan, faktor pemasangan kotak kontak dan polaritas, dan faktor ekonomi dimana faktor ini lah yang menjadikan alasan ketidaklayakan suatu instalasi rumah di atas umur 15 tahun. Masyarakat di Desa Pujud memiliki pemahaman yang baik tentang peralatan instalasi listrik ditunjukkan dengan besar persentase 62,3 % yang termasuk dalam kriteria tinggi. Masyarakat sudah memahami mengenai aspek bahaya yang bisa diakibatkan oleh arus listrik melalui peralatan-peralatan instalasi listrik rumah tangga.

2.2 Landasan Teori

2.2.1. Instalasi Listrik

Dari masa ke masa seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan kemajuan teknologi, manusia menghendaki kehidupan yang lebih nyaman. Bagi masyarakat modern, energi listrik merupakan kebutuhan primer. Hal ini bisa kita lihat dalam kehidupan sehari-hari energi listrik bermanfaat untuk kebutuhan rumah tangga, antara lain penerangan lampu, pompa air, pendingin lemari es / freezer, pengkondisi udara dingin, kompor listrik, mesin kopi panas, dispenser, setrika listrik, TV, dan sebagainya[7].

Di Indonesia sendiri untuk konsumen listrik salah satunya adalah rumah tangga. Untuk kebutuhan daya listrik pada rumah tangga kisaran 450 VA s.d.

4400 VA biasanya menggunakan sistem 1 fasa dan merupakan jaringan tegangan rendah 220V / 380V dan jumlahnya banyak karena percabangannya.

2.2.2. Persyaratan Instalasi Listrik

Persyaratan instalasi listrik terdiri dari perancangan, pemasangan, pemeriksaan, dan pengujian.

1) Perancangan Instalasi Listrik

Perancangan pada instalasi listrik adalah gambaran rancangan dan uraian teknik, yang digunakan sebagai panduan dalam pemasangan instalasi listrik. Rancangan instalasi listrik harus dibuat dengan jelas, mudah dibaca dan mudah dipahami oleh para teknisi listrik. Rancangan instalasi listrik harus diikuti dengan ketentuan dan standard yang berlaku. Rancangan instalasi listrik terdiri dari gambar situasi, gambar instalasi, diagram garis tunggal, gambar rinci, tabel dan bahan instalasi, uraian teknis dan perkiraan biaya

2) Pemasangan Instalasi Listrik

Pemasangan instalasi listrik harus memenuhi peraturan, sehingga instalasi listrik aman, mudah dioperasikan dan dipelihara.

Pemasangan instalasi listrik harus memenuhi syarat yaitu :

- 1) Pemasangan instalasi listrik harus mengacu dan memenuhi ketentuan persyaratan umum instalasi listrik (PUIL).
- 2) Bahan dan peralatan instalasi listrik harus memenuhi standard yang berlaku (SNI, LMK, SPLN, dll.).
- 3) Instalasi listrik (baru maupun penambahan dan rehabilitas), harus dikerjakan oleh instalatir yang profesional, yang memiliki tenaga ahli yang bersertifikat keahlian/kompetensi.

Pemasangan instalasi listrik harus dari tenaga yang ahli dibidang instalasi listrik dan instalasi berwenang. Tenaga ahli di Indonesia ini sering disebut Biro Teknik Listrik (BTL).

3) Pemeriksaan dan Pengujian Instalasi Listrik

Apabila pemasangan instalasi listrik telah selesai, pelaksana pekerjaan pemasangan instalasi listrik harus memberitahukan kepada instansi yang berwenang bahwa pekerjaan telah selesai dilaksanakan dengan baik,

memenuhi 7 standard proteksi sebagaimana diatur dalam PUIL 2011 serta siap untuk diperiksa dan diuji. Hasil pemeriksaan dan pengujian instalasi listrik harus dinyatakan secara tertulis oleh pemeriksa dan penguji yang ditugaskan. Instalasi listrik harus diperiksa dan diuji secara periodik sesuai ketentuan yang berlaku.[7].

Untuk penelitian ini dilakukan pengujian kelayakan instalasi listrik, rumus yang digunakan adalah:

$$\% = \frac{n}{N} \times 100\% \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan :

% : tingkat presentase kelayakan instalasi listrik

n : jumlah instalasi listrik yang layak pakai

N : jumlah seluruh instalasi listrik

2.2.3. Perlengkapan Instalasi Listrik

Pada setiap perlengkapan instalasi listrik yang akan digunakan salah satunya di rumah tangga harus memenuhi syarat standar PUIL yang berlaku dan peraturan PLN lainnya. Perlengkapan listrik yang terpasang pada instalasi listrik harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- a. Keandalan, yaitu dapat menjamin instalasi pada kondisi normal pada saat digunakan.
- b. Keamanan, yaitu dapat terjamin keamanan sitem instalasi listrik pada setiap komponennya.
- c. Kontinuitas, pada perlengkapan instalasi listrik komponen dapat bekerja dengan baik dan terus menerus.

Penggunaan pada instalasi listrik rumah yang tidak bersertifikat SNI, hal ini bisa disesuaikan dengan PUIL:

- a. Nama si pembuat atau merek barang.
- b. Daya, tegangan, atau arus pengenal.
- c. Data dari teknis lainnya seperti diisyaratkan SNI.

2.2.4. KWh Meter



Gambar 2. 1 Contoh KWh Meter Digital

KWh Meter merupakan alat pada instalasi listrik yang digunakan untuk mengukur total energi listrik yang digunakan atau dikonsumsi oleh peralatan rumah tangga dan diambil dari sumber utama.

Adapun Jenis – jenis KWh meter pada instalasi rumah tangga sebagai berikut:

1. KWh Meter Analog
KWH meter analog atau disebut juga KWH meter elektromekanis merupakan jenis KWH meter yang sering digunakan pada instalasi rumah tangga di Indonesia beberapa tahun lalu.
2. KWh Meter Digital
KWH Meter Digital merupakan KWH meter model baru atau bisa dikatakan sebagai pengganti dari KWH meter analog. KWH Meter ini lebih simple tapi kompleks. KWH meter ini lebih efisien dari pada KWH meter sebelumnya yaitu KWH meter analog
3. Smart Meter / Meteran Pulsa Listrik

Smart meter PLN atau sering disebut oleh masyarakat Indonesia dengan meteran pulsa listrik merupakan jenis meteran listrik terbaru. Meteran impuls listrik terlihat mirip dengan meteran kWh digital, tetapi meteran pintar PLN lebih baik daripada meteran KWH analog dan digital karena, selain layanan biasa, yaitu. membaca konsumsi listrik, meteran pintar PLN dilengkapi dengan terhubung internet.

2.2.5. Tahanan Pentanahan

Tahanan pentanahan harus sekecil mungkin untuk menghindari bahaya - bahaya yang ditimbulkan oleh adanya arus gangguan tanah. Namun dalam prakteknya tidaklah selalu mudah untuk mendapatkannya karena banyak faktor yang mempengaruhi tahanan pentanahan.

Faktor -faktor yang mempengaruhi besar tahanan pentanahan adalah :

1. Bentuk elektroda.

Ada bermacam-macam bentuk elektroda yang banyak digunakan, seperti jenis batang, pita dan pelat.

2. Jenis bahan dan ukuran elektroda.

Sebagai konsekwensi peletakannya di dalam tanah, maka elektroda dipilih dari bahan-bahan tertentu yang memiliki konduktivitas sangat baik dan tahan terhadap sifat-sifat yang merusak dari tanah, seperti korosi. Ukuran elektroda dipilih yang mempunyai kontak paling efektif dengan tanah.

3. Jumlah/konfigurasi elektroda.

Untuk mendapatkan tahanan pentanahan yang dikehendaki dan bila tidak cukup dengan satu elektroda, bisa digunakan lebih banyak elektroda dengan bermacam-macam konfigurasi pemancangannya di dalam tanah.

4. Kedalaman pemancangan/penanaman di dalam tanah.

Pemancangan ini tergantung dari jenis dan sifat-sifat tanah. Ada yang lebih efektif ditanam secara dalam, namun ada pula yang cukup ditanam secara dangkal.

5. Faktor-faktor alam.

- a. Jenis tanah: tanah gembur, berpasir, berbatu, dan lain-lain;
- b. moisture tanah: semakin tinggi kelembaban atau kandungan air dalam tanah akan memperrendah tahanan jenis tanah;
- c. kandungan mineral tanah: air tanpa kandungan garam adalah isolator yang baik dan semakin tinggi kandungan garam akan memperrendah tahanan jenis tanah, namun meningkatkan korosi;
- d. suhu tanah: suhu akan berpengaruh bila mencapai suhu beku dan di bawahnya. Untuk wilayah tropis seperti Indonesia tidak ada masalah dengan suhu karena suhu tanah ada di atas titik beku.

Pada PUIL 2000 Bagian 3.13.2.10 dijelaskan bahwa “Pada jaringan saluran udara, selain di sumber dan di konsumen, penghantar PEN nya harus dibumikan paling sedikit di setiap ujung cabang yang panjangnya lebih dari 200 m. Demikian pula untuk instalasi pemasangan luar, penghantar PEN nya harus dibumikan. Resistans pembumian total seluruh sistem tidak boleh lebih dari 5 Ω . Untuk daerah yang resistans jenis tanahnya sangat tinggi, resistans pembumian total seluruh sistem boleh mencapai 10 Ω [8].

Tahanan pentanahan harus sekecil mungkin untuk menghindari bahaya-bahaya yang ditimbulkan oleh adanya arus gangguan tanah. Hantaran netral harus diketanahkan di dekat sumber listrik atau transformator, pada saluran udara setiap 200 m dan di setiap konsumen. Tahanan pentanahan satu elektroda di dekat sumber listrik, transformator atau jaringan saluran udara dengan jarak 200 m maksimum adalah 10 Ohm dan tahanan pentanahan dalam suatu sistem tidak boleh lebih dari 5 Ohm[9].

2.2.6. Elektroda Pentanahan

Elektroda pentanahan merupakan penghantar yang ditanamkan di tanah dan terhubung langsung dengan bumi. Elektroda pentanahan juga bagian yang konduktif yang bisa ditanam dalam tanah atau pada media lainnya seperti beton dalam kontak dengan listrik.

Syarat – syarat untuk bahan pembumian yang memenuhi standar PUIL sebagai berikut :

1. andal dan cocok untuk persyaratan perlindungan instalasi.

2. mampu mengalirkan arus gangguan pembumian dan arus konduksi pelindung ke bumi tanpa risiko tekanan panas, termomekanis dan elektromekanis dan sengatan listrik yang disebabkan oleh arus ini.
3. jika perlu, yang juga sesuai dengan persyaratan operasional

Bahan dan dimensi elektroda pembumian dapat dipilih sesuai dengan ketahanan korosi dan korosi kekuatan mekanik yang cukup. Ukuran minimum bahan yang umum digunakan adalah umum dalam hal korosi dan korosi kekuatan mekanik elektroda arde saat dikubur di dalam tanah

Tabel 2. 1 Ukuran minimum biasa untuk elektroda bumi

Bahan	Permukaan	Bentuk	Ukuran minimum					
			Diameter mm	Luas penampang mm ²	Tebal mm	Tebal lapisan/ selubung		
						Nilai individu µm	Nilai rerata µm	
Baja	Galvanis celup panas ^a atau tahan karat ^{a, b}	Pita ^c		90	3	63	70	
		Profil		90	3	63	70	
		Batang bulat untuk elektrode bumi	16			63	70	
		Kawat bulat untuk elektrode permukaan	10				50 ^d	
		Pipa	25		2	47	55	
		Pelat		0,5 m ² hingga 1 m ²	3			
	Disalut tembaga (copper-sheathed)	Batang bundar untuk elektrode dalam	15			2 000		
		Disepuh tembaga	Batang bundar untuk elektrode dalam	14			90	100
	Tembaga	Polos ^e	Strip		50	2		
			Kawat bulat untuk elektrode permukaan ^f		25 ^g			
Konduktor pilin			1,8 untuk serat kawat individual	25				
Pipa			20		2			
Pelat				0,5 m ² hingga 1 m ²	1,5			
Berlapis timah putih			Konduktor pilin	1,8 untuk pilanan kawat individu	25		1	5
Berlapis seng		Pita ^h		50	2	20	40	

^a Dapat juga digunakan untuk elektrode yang tertanam dalam beton.
^b Tanpa pelapisan.
^c Sebagai strip gulungan atau strip tipis dengan sudut dibulatkan.
^d Strip dengan sisi dibulatkan.
^e Dalam hal pelapisan celup kontinu, saat ini hanya setebal 50 µm yang secara teknis dapat dilakukan.
^f Jika pengalaman menunjukkan bahwa risiko korosi dan kerusakan mekanis sangat rendah, dapat digunakan 16 mm²
^g Semua elektrode bumi dianggap sebagai elektrode permukaan jika dipasang pada kedalaman tidak melebihi 0,5 m

Adapun contoh elektroda bumi yang dapat digunakan menurut standar PUIL 2011 adalah sebagai berikut :

1. Jaringan struktur bawah tanah yang tertanam dalam fondasi (pembumian pondasi).
2. Pelat.
3. Logam tulangan beton (kecuali beton prategang) yang tertanam dalam bumi.
4. Batang atau pipa.
5. Pita atau kawat.
6. Selubung logam dan penutup logam lain dari kabel menurut kondisi dan persyaratan local.
7. Rangka logam bawah tanah yang sesuai lainnya menurut kondisi dan persyaratan lokal.

Jenis elektroda yang digunakan pada tahanan pembumian di desa Trisari adalah jenis elektroda batang. Elektroda batang adalah elektroda yang berasal dari baja pipa, baja profil, atau batang logam lain yang ditanamkan langsung ketanah.

Resistansi jenis tanah pada setiap daerah berbeda – beda tergantung jenis tanah seperti table dibawah ini.

Tabel 2. 2 Tabel Jenis Tanah dan Nilai Resistansinya

1	2	3	4	5	6	7
Jenis Tanah	Tanah Rawa	Tanah liat & tanah ladang	Tanah Pasir Basah	Tanah kerikil basah	Tanah pasir dan kerikil kering	Tanah berbatu
Resistansi jenis (Ω)	30	100	200	500	1000	3000

Nilai resistansi pembumian dapat dipengaruhi dari beberapa faktor diantaranya yaitu nilai resistansi pembumian elektroda bumi tergantung pada jenis dan keadaan tanah serta pada ukuran kedalaman elektroda dan diameter elektroda yang digunakan. Pengaruh kelembaban tanah terhadap nilai resistansi tanah harus diperhatikan. Panjang elektroda pembumian harus disesuaikan dengan resistansi pembumian yang diperlukan.

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \left[\ln \left(\frac{4L}{A} \right) - 1 \right] \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

R = Tahanan Pentanahan untuk elektroda batang (Ω)

ρ = Tahanan jenis tanah (Ω/m)

L = Panjang elektroda (cm)

A = Diameter elektroda (cm)

2.2.7. Konduktor pbumian

Konduktor pbumian harus memenuhi standar PUIL dan jika ditanam langsung kedalam tanah luas penampang harus sesuai.

Tabel 2. 3 Syarat Konduktor Pbumian

	Diproteksi secara mekanis	Tidak diproteksi secara mekanis
Diproteksi terhadap korosi	2,5 mm ² Cu 10 mm ² Fe	16 mm ² Cu 16 mm ² Fe
Tidak diproteksi terhadap korosi	25 mm ² Cu 50 mm ² Fe	

Sambungan konduktor pentanahan ke elektroda pentanahan harus kokoh dan aman memuaskan secara elektrik. Sambungan harus dilakukan dengan pengelasan eksotermik, konektor tekan, Klem atau konektor mekanis lainnya. Konektor mekanis harus dipasang sesuai petunjuk Pabrikasi. Jika klem digunakan, klem tidak boleh merusak elektroda atau kabel pbumian

Adapun syarat – syarat konduktor pbumian agar memenuhi standar sebagai berikut :

1. Terlihat dengan baik dan ketika ditutup harus mudah diakses.
2. Harus dilindungi dari bahaya mekanis atau kimiawi.
3. Tidak boleh ada sakelar atau sambungan yang dapat dengan mudah diputuskan saat tidak digunakan Alat.
4. Kabel arde kapasitor penekan interferensi radio harus diisolasi dengan cara yang sama sebagai konduktor luar dan harus dipasang dengan cara yang sama jika ada arus Saat ini melebihi 3.5mA

2.2.8. Lasdop atau Isolasi

Isolasi berguna untuk mencegah korsleting. lasdop untuk mengisolasi koneksi kabel di kotak sambungan dan percabangan instalasi. Sambungan harus diisolasi dengan garansi yang sama dengan isolasi konduktif sama dengan isolasi konduktif dibangun di Ujung kabel yang akan disambung/digabung harus dikupas terlebih dahulu dengan ukuran 2-3 cm lalu dibalik satu Lasdop biasanya terbuat dari porselen atau bakelite

2.2.9. Saklar

Saklar berfungsi untuk mematikan dan menghidupkan arus listrik. sesaat Ada kemungkinan terjadi busur api saat daya listrik dimatikan dan dihidupkan antara kontak. Karenanya waktu yang diperlukan untuk memutuskan sambungan Arusnya pasti sangat pendek. Kecepatan waktu akhir ini ditentukan pegas yang terhubung ke saklarnya.

Harus dipertimbangkan saat memasang atau menggunakan sakelar Beberapa persyaratan antara lain:

- a. Kopling harus tahan terhadap kerusakan mekanis konduktor listrik
- b. Sakelar distribusi kelompok dan arester surja kelompok harus dipasang di dinding atau di dinding $\pm 1,5$ m dari lantai.
- c. Pengaturan semua sakelar dan sakelar di instalasi listrik harus halus, misalnya mencengkeram saat pegangan ditekan atas atau tombol ditekan.
- d. Sakelar lampu umum selalu diletakkan di dekat pintu sehingga sakelar segera dapat diakses ketika pintu dibuka

Adapun type – type saklar pada instalasi rumah tangga yaitu saklar tanam (inbow) merupakan saklar yang ditanam dalam tembok. Dipasang sebelum finishing pada suatu rumah dan pemangsangan instalasi saklar listrik sudah disiapkan pada saat pembangunan rumah tersebut. Kemudian selanjutnya yang sering digunakan di desa trisari karena rumah didaerah sini masih menggunakan kayu jadi menggunakan saklar type (outbow) merupakan jenis saklar yang ditempatkan diluar.

Adapun jenis – jenis saklar yang digunakan pada instalasi rumah tangga :

1. Saklar tunggal

Saklar tunggal merupakan salah satu jenis saklar Single Pole Single Throw (SPST). Saklar tunggal merupakan saklar yang hanya dari satu buah tuas, merupakan golongan saklar yang memiliki 3 terminal.

2. Saklar ganda

Saklar ganda (Double) ini merupakan salah satu jenis saklar Single Pole Double Throw), saklar yang memiliki 4 terminal.



Gambar 2. 2 Gambar Saklar Tunggal dan Ganda

2.2.10. Kotak kontak

Kotak kontak harus terbuat dari bahan yang tidak mudah terbakar dan tahan lama lembab dan cukup kuat secara mekanis. Sarung yang tidak terlindungi tidak terbuat dari bahan yang mudah pecah. Output untuk amp 16A aktif juga dengan tegangan rumah, dapat dibuat dari bahan isolasi panas arus yang mengalir Outlet tempat sumber listrik bekerja. Berhubungan dengan bentuk soket dibagi menjadi soket standar dan soket khusus, sedangkan berdasarkan pemasangannya, stopkontak dibagi menjadi soket stopkontak yang terpasang di dinding dan dinding.

Pada PUIL 2011 510.4.4 menjelaskan bahwa “Kotak kontak pasangan dinding di instalasi listrik domestik (rumah tangga) harus dipasang dengan ketinggian sekurang-kurangnya 1,25 m dari lantai, kecuali kotak kontak dari jenis putar atau tutup”[10].

2.2.11. Fitting

Fitting merupakan istilah yang diberikan untuk perangkat listrik yang digunakan untuk menempatkan bola lampu dan membantu menyambungkan lampu yang kita pasang ke rangkaian[11].

Adapun jenis – jenis fitting lampu antara lain :

1. Fitting Lampu Gantung

Fitting Lampu Gantung merupakan jenis rumah lampu yang biasa digunakan untuk memasang lampu gantung dengan kemampuan sambungan seri. Lampu gantung memiliki model yang dilengkapi dengan tali. Dimanakah kabel tersebut yang kemudian menyebabkan lampu tersebut menggantung.



Gambar 2. 3 Lampu Fitting

2. Fitting Lampu Plafon

Fitting Lampu Plafon merupakan tempat lampu biasanya berada di bagian atas dan menempel di atap bangunan. Model lampu plafon merupakan salah satu jenis instalasi listrik rumah yang sangat populer dan banyak digunakan di berbagai jenis rumah atau bangunan lainnya.



Gambar 2. 4 Fitting Lampu Platfon

3. Fitting Lampu Sensor

Fitting Lampu Sensor merupakan terobosan terbaru dalam artian rumah lampu dipasang di atas sensor. Sensor lampu dapat diatur sesuai dengan keinginan atau kebutuhan Anda. Ini termasuk sensor kegelapan, cahaya atau sensor yang mendeteksi keberadaan orang. Dengan bantuan sensor, lampu menyala atau mati secara otomatis dalam kondisi tertentu.



Gambar 2. 5 Fitting Lampu Sensor[11]

4. Fitting Lampu Colokan

Fitting Lampu Colokan merupakan fitting ringan yang dapat dibongkar dan dipasang pada perangkat portable, soket merupakan pilihan yang tepat untuk penggunaan sementara atau untuk pindahan. Rumah lampu pluggable ini sangat fleksibel karena dapat digunakan dimana saja. Soket lampu biasanya dilengkapi dengan colokan di ujungnya.



Gambar 2. 6 Fitting Lampu Colokan[11]

5. Fitting Lampu Kedap Air

Fitting Lampu Kedap Air adalahudukan lampu yang biasanya digunakan untuk kamar mandi atau ruangan lain dengan permukaan yang cukup basah. Lampu anti air memiliki kelebihan yaitu meningkatkan tingkat keamanan penggunaannya. Salah satunya tahan terhadap penetrasi air.



Gambar 2. 7 Fiting Lampu Kedap Air[11]

2.2.12. Kotak hubung

Kotak hubung merupakan sambungan atau cabang listrik pada instalasi listrik dengan pipa. Ini untuk melindungi tautan atau cabang transmisi dari gangguan berbahaya. Jenis sambungan yang biasa digunakan pada junction box adalah sambungan pigtail, dimana setiap sambungan ditutup dengan las titik setelah isolasi.

Syarat kotak hubung menurut PUIL 2011 yaitu :

1. Tutup roset dan kotak sambung untuk armatur lampu harus mempunyai cukup ruangan sehingga kabel dengan terminal penghubungnya dapat dipasang dengan baik.
2. Tiap kotak sambung harus dilengkapi dengan penutup, kecuali jika sudah tertutup oleh kap armatur, fitting lampu, kotak kontak, roset, atau gawai yang sejenis.
3. Bagian dinding atau plafon yang terbuat dari bahan mudah terbakar dan berada di antara sisi kap armatur dan kotak sambung harus ditutup dengan bahan yang tidak dapat terbakar.



Gambar 2. 8 Gambar Kotak Hubung Terbuka dan Tertutup

CATATAN Kayu tidak termasuk dalam golongan bahan yang mudah terbakar.

2.2.13. Penghantar Instalasi Listrik

Kabel Listrik yang dalam bahasa Inggris disebut dengan *Electrical Cable* adalah alat penghantar arus listrik yang terdiri dari konduktor dan isolator. Konduktor atau bahan penghantar listrik yang biasa digunakan pada kabel listrik adalah bahan tembaga, dan juga aluminium, walaupun ada yang menggunakan perak (silver) dan emas sebagai bahan penghantar, namun bahan ini jarang digunakan karena harganya yang sangat mahal. Sebaliknya, isolator atau bahan kabel listrik yang sedikit atau tidak menghantarkan listrik adalah bahan termoplastik dan termostatik, yaitu polimer (plastik dan karet/karet), yang dibentuk dengan pemanasan dan pendinginan satu kali atau lebih[12].

Adapun jenis – jenis kabel penghantar yang digunakan pada instalasi rumah sebagai berikut :

1. Kabel NYA

Kabel jenis NYA adalah kabel yang intinya terdiri dari bahan tembaga tunggal dan dilapisi dengan bahan isolasi PVC satu lapis. Kabel jenis ini biasanya digunakan pada bangunan tempat tinggal dan instalasi kabel antena. Jika Anda ingin menggunakan kabel NYA, Sebaiknya dilengkapi dengan pelindung seperti pipa PVC.



Gambar 2. 9 Kabel Penghantar Instalasi Listrik Tipe NYA berlapis Pipa PVC

2. Kabel NYM

Jenis kabel ini banyak digunakan di rumah dan gedung, inti kabel terdiri dari satu hingga empat konduktor dan dilengkapi dengan lapisan insulasi PVC. Adanya bahan isolasi membuat kabel ini dapat digunakan di tempat kering maupun basah dan tingkat keamanannya cukup baik.



Gambar 2. 10 Kabel Penghantar Instalasi Listrik Tipe NYM

2.2.14. Persyaratan Penghantar Instalasi Listrik

Semua penghantar yang digunakan pada instalasi listrik harus terbuat dari bahan yang sudah memenuhi syarat SNI, sesuai dengan penggunaannya. Adapun persyaratan yang harus dilengkapi :

1. Penampang konduktor besar Konduktor untuk instalasi magun harus terbuat dari bahan tembaga Ukuran penampang konduktor dinyatakan sebagai penampang eksternal Sadapan jantung dan satuannya dinyatakan dalam mm².
2. Deteksi warna kabel Tujuan identifikasi warna konduktor adalah untuk mencapai konsistensi Memahami penggunaan warna atau kamuflase Digunakan untuk mengidentifikasi konduktor, untuk persamaan dan ketinggian keamanan.
 - a. Warna bergaris hijau dan kuning hanya dapat digunakan untuk tujuan identifikasi Konduktor tanah, konduktor pelindung dan konduktor lainnya Hubungkan potensi koneksi ke bumi.
 - b. Warna biru digunakan untuk mengidentifikasi kabel netral. ke Untuk menghindari kesalahan, warna biru sebaiknya tidak digunakan tandai operator lain. Warna biru tidak boleh digunakan Penandaan kawat tanah.
 - c. Warna hitam, kuning dan merah digunakan untuk menandai pemindah fasa.

2.2.15. Kapasitas Hantar Arus

Arus maksimum yang dapat dihantarkan secara kontinu oleh suatu konduktor, gawai atau apparatus, pada kondisi yang ditentukan tanpa suhu kondisi tunaknya melebihi nilai yang ditentukan[13].

Arus listrik yang melebihi nilai KHA kabel akan menyebabkan kabel itu menjadi panas dan jika melebihi daya tahan isolasinya, dapat menyebabkan kerusakan pada isolasi. Kerusakan pada isolasi dapat menyebabkan kebocoran arus listrik dapat berakibat fatal seperti sengatan listrik jika terkena disentuh atau tersentuh oleh manusia dan juga bisa menyebabkan kebakaran

Faktor lain dalam memilih KHA berkaitan dengan peningkatan kebutuhan listrik di masa mendatang. Jika menjadi jelas dalam beberapa tahun ke depan Ditambah daya pemesanan PLN tentu lebih baik dari awal menghasilkan kabel yang sedikit lebih besar peningkatan permintaan daya dan dengan demikian menghindari pekerjaan penggantian Kabel. Namun harus diperhatikan juga jika usia kabel lebih dari 10 tahun Tahun. Kondisi kabel harus diperiksa dengan cermat Pastikan kabel masih dalam kondisi baik atau perlu diganti.

PUIL 2011 memberikan ketentuan mengenai besarnya diameter kabel penghantar dan maksimum nilai KHA terus menerus yang diperbolehkan pada kabel type NYA dan NYM.

$$- \text{ Untuk Arus Bolak Balik satu Fasa : } I_n = \frac{P}{V \times \cos \varphi} \dots \dots \dots (2.3)$$

$$- \text{ KHA} = 125\% \times I_n \dots \dots \dots (2.4)$$

Keterangan :

I : Arus nominal beban penuh (A)

P : Daya aktif (W)

V : Tegangan (V)

Cos φ : Faktor Daya

Tabel 2. 4 KHA terus menerus yang diperbolehkan dan proteksi untuk kabel

Jenis Konduktor	Luas penampang nominal mm ²	KHA terus menerus		KHA pengenal gawai proteksi	
		Pemasangan dalam konduit ^(x) sesuai 7.13	Pemasangan di udara ^(xx) sesuai 7.12.1	Pemasangan dalam konduit	Pemasangan di udara
1	2	3	4	5	6
	0,5	2,5	-	2	-
	0,75	7	15	4	10
	1	11	19	6	10
	1,5	15	24	10	20
NYFA	2,5	20	32	16	25
NYFAF					
NYFAZ	4	25	42	20	35
NYFAD	6	33	54	25	50
NYA	10	45	73	35	63
NYAF					
	16	61	98	50	80
NYFAw	25	83	129	63	100
NYFAFw	35	103	158	80	125
NYFAZw					
NYFADw dan NYL	50	132	198	100	160
	70	165	245	125	200
	95	197	292	160	250
	120	235	344	250	315
	150	-	391	-	315
	185	-	448	-	400
	240	-	5285	-	400
	300	-	608	-	500
	400	-	726	-	630
	500	-	830	-	630

Tabel 2. 5 KHA Untuk Penghantar Berinti Lebih dari satu Berselubung Isolasi (Kabel NYM)

Luas Penampang Kabel (mm ²)	Arus Maksimal Dalam Pipa Pada Suhu (30°)	Arus Maksimal Jaringan Udara (40°)
	(A)	(A)
1,5	19	16
2,5	25	22
4	34	30
6	44	39
10	61	53
16	82	71
25	108	94

2.2.16. Ketentuan Variasi Tegangan Pelayanan

Pada instalasi rumah tangga merupakan termasuk Jaringan Tegangan Rendah (JTR). Untuk jaringan tegangan rendah sendiri termasuk satu fasa dan bertegangan nominal nominal 220 Volt. Adapun peraturan yang mengatur tentang batas – batas tegangan pada JTR adalah SPLN.

Pada SPLN tahun 1995 Menjelaskan bahwa Tegangan nominal dari sistem 220 Volt yang ada harus menyesuaikan kea rah 230 Volt. PLN akan mengatur tegangan pada jangkauan 220 Volt adalah +5% dan -10%[14].

Menentukan batas – batas tegangan pelayanan pada instalasi listrik rumah tangga :

$$\frac{\text{variasi tegangan}}{100\%} \times \text{tegangan nominal} \dots\dots\dots(2.5)$$

Variasi tegangan : batas tegangan yang dianjurkan (%)

Tegangan nominal : tegangan standar (Volt)

Perhitungan batas atas tegangan yang dianjurkan :

$$\begin{aligned} \frac{5}{100} \times 220 &= 11 \\ 220 + 11 &= 231 \text{ Volt} \end{aligned}$$

Perhitungan batas bawah tegangan yang dianjurkan :

$$\begin{aligned} \frac{-10}{100} \times 220 &= 22 \\ 220 - 22 &= 198 \text{ Volt} \end{aligned}$$

2.2.17. Pengaman Instalasi

Pengaman instalasi listrik berfungsi untuk melindungi dan mencegah terjadinya kerusakan pada instalasi listrik atau terjadinya beban berlebih sering disebut hubung singkat. Apabila pengaman instalasi listrik tidak dipasang dalam suatu instalasi listrik maka apabila terjadi gangguan hubung singkat, dapat menimbulkan bahaya kebakaran. Oleh karena itu pengaman instalasi sangat penting bagi instalasi listrik.

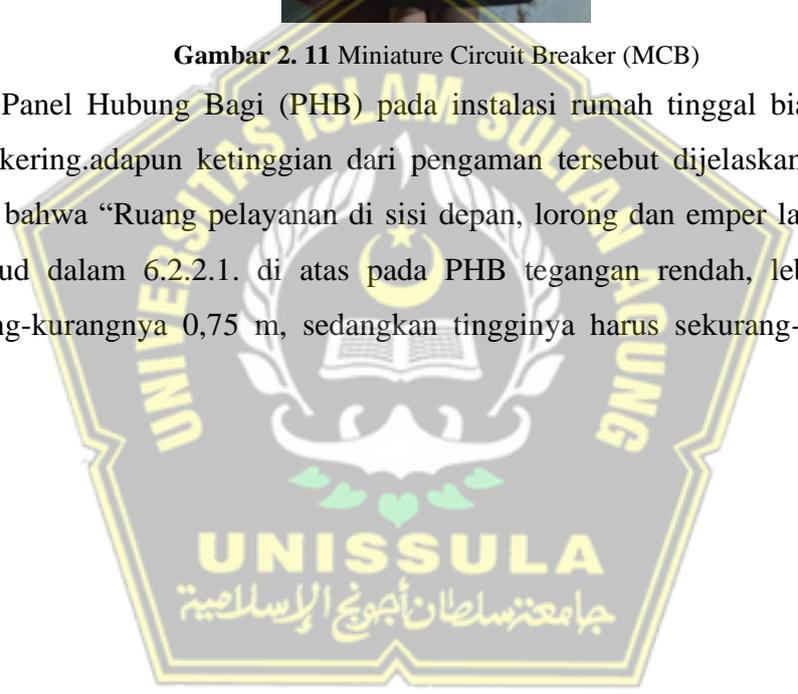
Pengaman instalasi yang biasa digunakan pada instalasi tegangan rendah adalah Miniature Circuit Breaker (MCB). MCB sendiri berfungsi untuk sebagai system proteksi pada instalasi listrik rumah tangga jika terjadi beban lebih atau

hubung singkat arus listrik. MCB pada instalasi rumah tangga merupakan MCB satu kutub 1 fase.



Gambar 2. 11 Miniature Circuit Breaker (MCB)

Panel Hubung Bagi (PHB) pada instalasi rumah tinggal biasanya MCB atau sekering. adapun ketinggian dari pengaman tersebut dijelaskan PUIL 2000 6.2.2.2 bahwa “Ruang pelayanan di sisi depan, lorong dan emper lalulintas yang dimaksud dalam 6.2.2.1. di atas pada PHB tegangan rendah, lebarnya harus sekurang-kurangnya 0,75 m, sedangkan tingginya harus sekurang-kurangnya 2 m”.



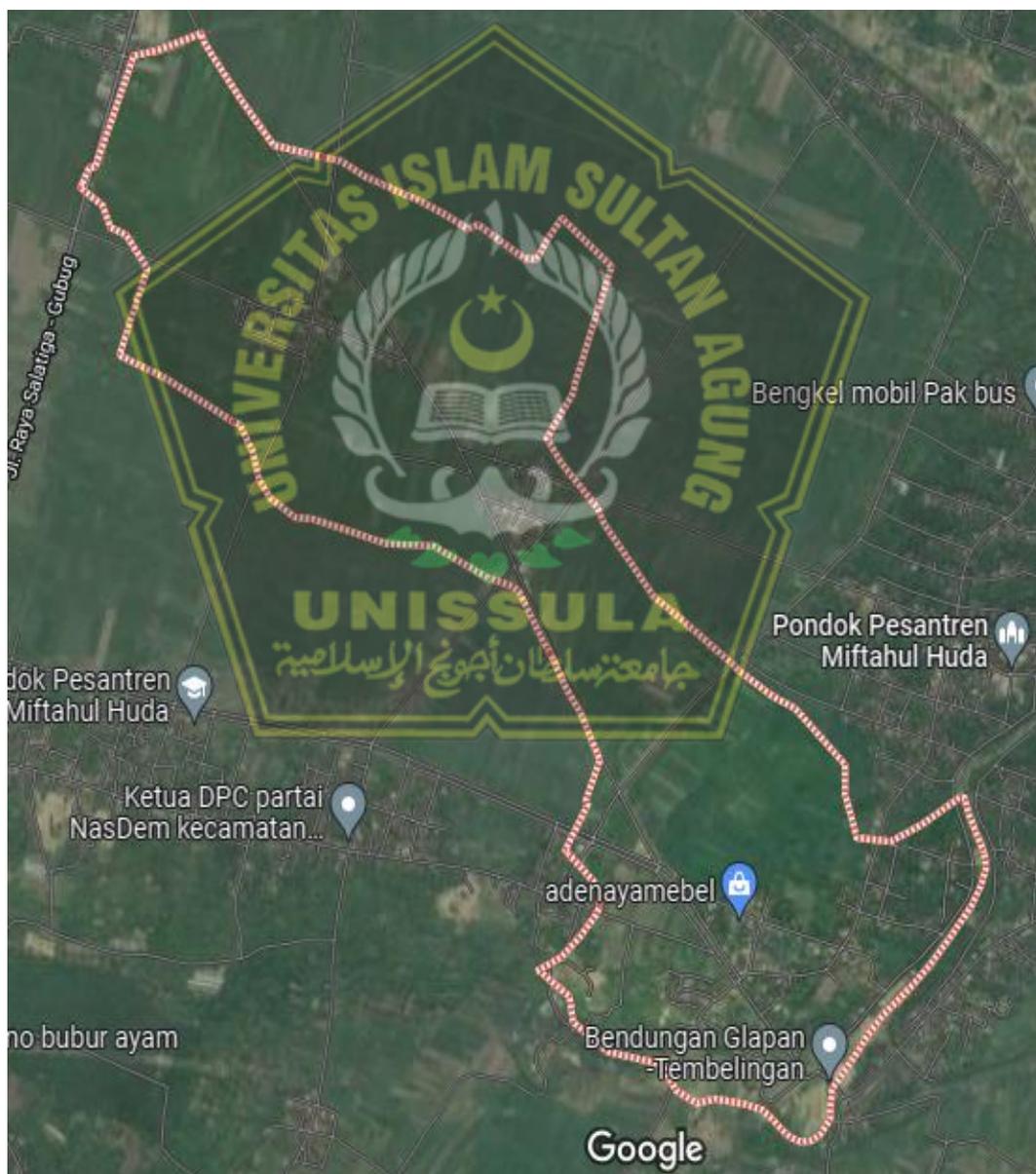
BAB III

METODE PENELITIAN

metode penelitian merupakan suatu cara ilmiah untuk mendapatkan suatu data dengan tujuan dan kegunaan tertentu [2]. Metode penelitian yang dilakukan sebagai berikut :

3.1. Objek Penelitian

Objek penelitian yang akan dilaksanakan pada rumah tinggal yang berada di desa Trisari kecamatan Gubug kabupaten Grobogan



Gambar 3. 1 Peta Desa Trisari Pada Google Map[15]

3.2. Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 3. 1 Tabel Peralatan yang Digunakan

NO	Nama Alat	Model dan Merek
1.	Digital Earth Tester	KYORITSU Model 4105A
2.	Clamp Meter	KRISBOW KW06-288
3.	Tespen	TOFUDA
4.	Jangka Sorong	KRISBOW
5.	Meteran	LAFUMA max 5 meter

3.3. Pengukuran Tahanan Pentanahan

Pengukuran tahanan pentanahan pada rumah dilakukan untuk mengetahui besar resistansi tanah tersebut. Sesuai dengan standar PUIL 2011 yaitu maksimal sebesar 5 Ohm dan untuk resistansi tanahnya yang tinggi maksimal 10 Ohm. Untuk alat yang digunakan untuk pengukuran adalah earth tester. Untuk cara mengukur tahanan pentanahan menggunakan earth tester yaitu :

1. Pertama – tama mengecek baterai sebelum menggunakan alat ukur apakah masih bagus atau tidak agar mendapatkan nilai yang maksimal.
2. Kemudian mengkalibrasi alat
3. Setelah alat dikalibrasi menghubungkan kabel pengukuran yang dimana pada alat ukur terdapat tiga warna kabel yaitu hijau, kuning, merah. Kabel hijau dihubungkan dari terminal Earth (E) pada alat ukur ke grounding rumah kemudian untuk kabel warna kuning dan merah dihubungkan dari alat ukur ke elektroda bantu yang sudah ditancapkan ke tanah kurang lebih 30 cm dengan jarak masing – masing 5 meter.
4. Setelah alat sudah siap cek terlebih dahulu tegangan tanahnya dan tidak boleh lebih dari 10 Volt untuk tegangan tanahnya.
5. Kemudian setelah mengecek tegangan tanahnya bagus maka selanjutnya dilakukan pengukuran tahanan pentanahan dengan mengarahkan selektor alat ke range 2000 ohm terlebih dahulu, jika nilainya terlalu kecil kemudian diganti dengan selektor range 200 ohm, jika masih nilainya terlalu kecil diganti dengan selektor 20 ohm.

6. Terakhir mencatat hasil dari pengukuran.

Pada PUIL 2000 Bagian 3.13.2.10 dijelaskan bahwa “Pada jaringan saluran udara, selain di sumber dan di konsumen, penghantar PEN nya harus dibumikan paling sedikit di setiap ujung cabang yang panjangnya lebih dari 200 m. Demikian pula untuk instalasi pasangan luar, penghantar PEN nya harus dibumikan. Resistans pembumian total seluruh sistem tidak boleh lebih dari 5 Ω . Untuk daerah yang resistans jenis tanahnya sangat tinggi, resistans pembumian total seluruh sistem boleh mencapai 10 Ω .

3.4. Pengukuran Tegangan Instalasi Listrik

Pengukuran tegangan pada rumah dilakukan untuk mengetahui besar tegangan pada rumah tersebut. Sesuai peraturan SPLN di mana nilai tegangan nominal yaitu 220 V. Untuk batas minimum untuk tegangan 1 fasa adalah -10% dan untuk batas maksimum adalah +5%.

Pengukuran dilakukan dengan cara menggunakan alat ukur *clam meter*. Pertama – tama mengecek stop kontak pertama untuk mengetahui bagian fasa dan netral menggunakan tespen. Setelah dicek atur pada *clam meter* pada jarum tegangan AC. Setelah di atur pada jarum Volt kemudian ukur tegangan pada stop kontak dengan menghubungkan sisi positif alat dengan fasa dan sisi negative alat ukur dihubungkan ke netral.

3.5. Pengecekan Kabel Penghantar Listrik

Pengecekan kabel penghantar listrik dengan melihat jenis kabel, ukuran kabel, dan Kuat Hantar Arus apakah sudah sesuai dengan standar PUIL 2011 dan SNI atau belum kemudian mencatat hasil pengecekan pada tabel.

3.6. Pengecekan pengaman Instalasi

Pengecekan pengaman instalasi dengan cara melihat jenis pengaman apa yang digunakan pada instalasi rumah kemudian menganalisa keadaan pengaman instalasi apakah masih layak atau tidak dengan cara melihat keadaan fisik dari pengaman tersebut. Kemudian melihat maksimal amper yang digunakan. MCB yang bagus adalah nilai maksimal ampernya lebih kecil dari nilai KHA kabel yang dimana MCB jika berukuran lebih kecil batas arusnya maka akan bisa melindungi instalasi jika terjadi arus lebih, sebaliknya jika KHA kabel lebih kecil

dari arus pada MCB maka belum tentu MCB bisa melindungi kabel dikarenakan batas arus MCB yang besar dan arus yang sampai ke MCB belum sampai kabel akan terbakar terlebih dahulu.

3.7. Pengukuran Ketinggian Kotak Kontak dan MCB Box

Pengukuran ketinggian kotak kontak dan MCB Box dengan menggunakan alat ukur meteran yang dimana pengukuran dilakukan dari atas lantai ke kotak kontak dan MCB Box.

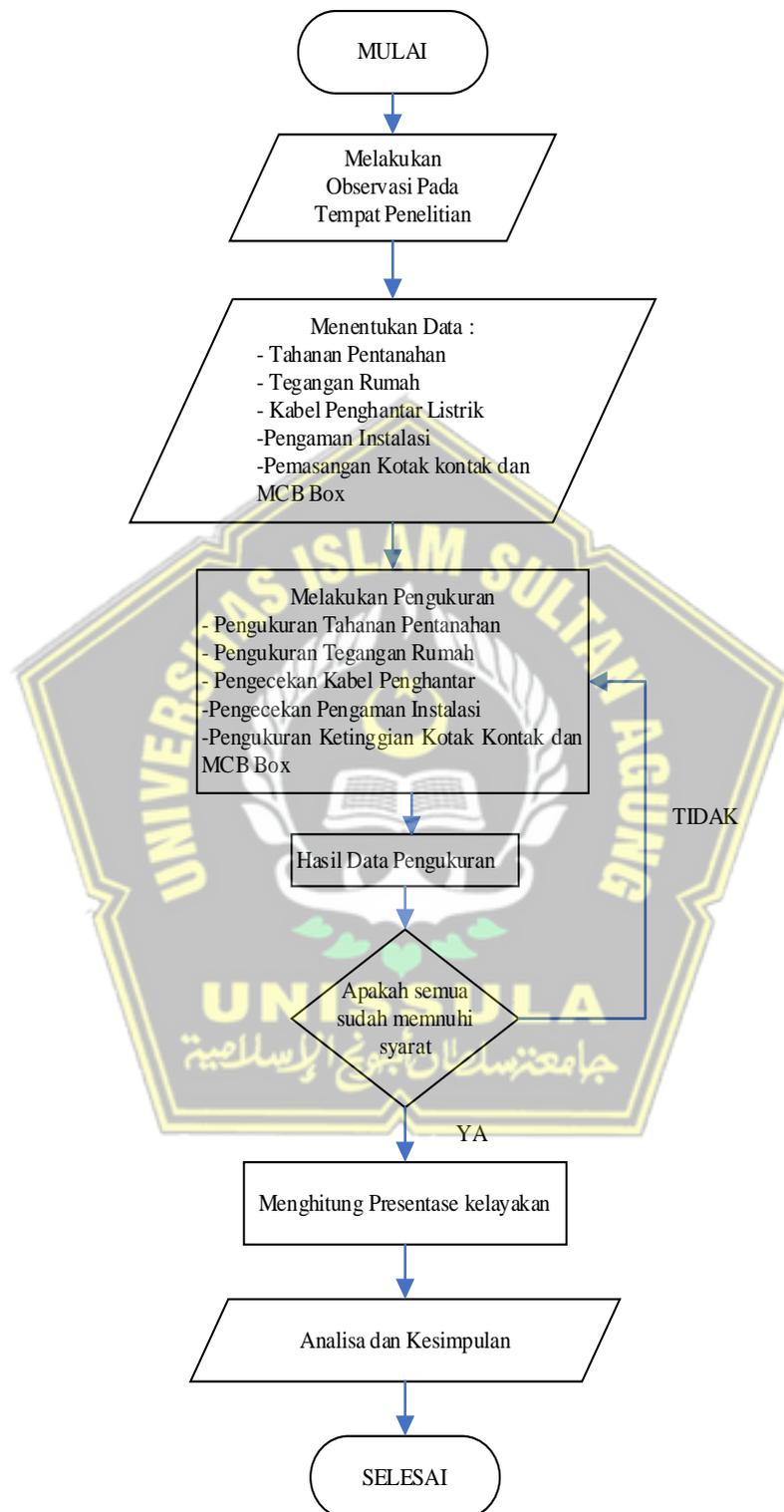
Pada pengukuran ketinggian kotak kontak menurut PUIL 2011 yaitu minimal tinggi pemasangan adalah 1,25 meter, dan sedangkan untuk minimal pemasangan ketinggian MCB Box adalah 2 meter.

3.8. Langkah Penelitian

Langkah – langkah yang dilakukan pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Menentukan Lokasi penelitian.
2. Menentukan observasi dan menentukan data apa saja yang akan diambil dalam penelitian.
3. Mempersiapkan alat yang akan digunakan di dalam penelitian.
4. Pengambilan data Pengukuran tahanan pentanahan.
5. Pengukuran tegangan rumah.
6. Pengecekan kabel penghantar listrik.
7. Pengecekan pengaman instalasi listrik.
8. Pengukuran ketinggian kotak kontak dan MCB Box.
9. Mencatat hasil data penelitian yang telah diukur kemudian dibandingkan dengan standar PUIL dan SPLN.
10. Membuat presentase kelayakan instalasi listrik dari data yang sudah diambil.
11. Melakukan analisa hasil penelitian dan membuat kesimpulan dari analisa penelitian yang sudah dilakukan.

3.9. Diagram Alir Penelitian



BAB IV

DATA DAN ANALISA

Penelitian ini dilaksanakan untuk mendeskripsikan dan mengecek tentang kelayakan instalasi listrik rumah tangga di Desa Trisari Kecamatan Gubug Kabupaten Grobogan. Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober 2022 sampai dengan November 2022. Pada penelitian ini yang berjudul “Analisa Kelayakan Instalasi Listrik Rumah Tinggal di Desa Trisari Kecamatan Gubug Kabupaten Grobogan” diperoleh data dengan cara observasi pada objek, wawancara kepada penghuni rumah, melakukan pengukuran dan dokumentasi. Penelitian ini sebelum dilaksanakan si penenliti telah melakukan konsultasi kepada dosen pembimbing serta mempersiapkan apa saja yang akan diobservasi dan untuk dikumpulkan datanya.

Penelitian ini membahas tentang analisa kelayakan instalasi listrik di desa trisari kecamatan Gubug kabupaten Grobogan, untuk sampel yang akan diteliti sebanyak 30 rumah. Parameter dari penelitian adalah diameter elektroda, nilai tahanan pentanahan, jenis kabel penghantar, jenis pengaman yang digunakan, dan ketinggian kotak kontak dan MCB box. Setelah melakukan pengukuran dan pengecekan hasil yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan standar yang digunakan yaitu diantaranya Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) tahun 2000, Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) tahun 2011, Standar Perusahaan Listrik Negara (SPLN), Standar Nasional Indonesia (SNI), dan beberapa sumber lainnya. Selanjutnya dapat diambil analisa instalasi di desa Trisari sudah layak atau belum

Pada penelitian ini data kelayakan instalasi listrik rumah tangga yang akan diambil meliputi pengukuran pada tahanan pentanahan instalasi listrik, pengukuran nilai tegangan pada kotak kontak yang pertama untuk mengetahui tegangan pelayanan, pengecekan jenis dan ukuran kabel penghantar instalasi listrik, pengukuran ketinggian kotak kontak yang terpasang yang ditempel di dinding dan pengukuran ketinggian Pengaman MCB Box.

4.1. Pengukuran Tahanan Pentanahan

Pengukuran tahanan pentanahan (*grounding*) dilaksanakan dengan menggunakan alat ukur *Digital Earth Tester* bertujuan mengecek tegangan bumi terlebih dahulu. Setelah mengecek nilai tegangan bumi dengan catatan tidak boleh lebih dari 10 Volt, Kemudian dilakukan pengecekan nilai tahanan dengan mengatur range selektor paling tinggi ke rendah. Kemudian mencatat hasilnya yang sudah didapatkan dari pengukuran pada tabel 4.1.

Data yang diperoleh pada pengukuran tahanan pentanahan (*grounding*) dapat table 4.1.

Tabel 4. 1 Tabel Hasil Pengukuran Tahanan Pentanahan

No	ID Pelanggan	Standar PUIL (Ω)	Tahanan Pentanahan (Ω)	Diameter Batang (mm)	Keterangan	
					Layak	Tidak Layak
1	523082026637	10	42	8		√
2	523082027685	10	63	2		√
3	32170027810	10	32	4		√
4	523080501574	10	171	6		√
5	523082027074	10	106	10		√
6	523082026694	10	73	10		√
7	523082026980	10	150	8		√
8	32146064855	10	67	6		√
9	525520192826	10	93	10		√
10	523082026998	10	213	6		√
11	56213333281	10	43	8		√
12	52308039491	10	61	8		√
13	523080903268	10	83	8		√
14	523080926177	10	84	10		√
15	32170027786	10	236	6		√
16	56506103151	10	57	8		√
17	523082026869	10	243	10		√
18	523082026678	10	85	12		√
19	525520123514	10	87	12		√
20	523082026560	10	150	8		√
21	523082057455	10	154	8		√
22	32146059966	10	168	8		√
23	32146484687	10	121	10		√

No	ID Pelanggan	Standar PUIL (Ω)	Tahanan Pentanahan (Ω)	Diameter Batang (mm)	Keterangan	
					Layak	Tidak Layak
24	523082038374	10	261	6		√
25	523082054783	10	77	12		√
26	523082073758	10	207	8		√
27	523082475687	10	143	10		√
28	523082053427	10	79	10		√
29	32146053547	10	267	6		√
30	32116863543	10	243	6		√
Jumlah					0	30

Keterangan hasil perhitungan presentase dari pengukuran kelayakan tahanan pentanahan menggunakan persamaan 2.1 adalah :

$$\% = \frac{0}{30} \times 100 \%$$

$$\% = 0 \%$$

Keterangan : Jumlah layak 0 (0 %) dan tidak layak 30 (100%)



Gambar 4. 1 Grafik Presentase pada Pengukuran Tahanan Pentanahan

4.2. Pengukuran Tegangan Listrik

Pengukuran Tegangan Listrik dilakukan menggunakan alat ukur *Clamp Meter* pada kotak kontak yang paling dekat dengan sumber utama. Pada pengukuran ini standar yang digunakan adalah SPLN 1995 bahwa Tegangan nominal dari sistem 220 Volt yang ada harus menyesuaikan kearah 230 Volt. PLN akan mengatur tegangan pada jangkauan 220 Volt adalah +5% dan -10% Data pengukuran tegangan listrik dapat dilihat pada table 4.2.

Tabel 4. 2 Tabel PengukuranTegangan Listrik

No	ID Pelanggan	SPLN (Volt)	Nilai Tegangan (Volt)	Keterangan	
				Layak	Tidak Layak
1.	523082026637	198 - 231	205	√	
2.	523082027685	198 - 231	196		√
3.	32170027810	198 - 231	208	√	
4.	523080501574	198 - 231	209	√	
5.	523082027074	198 - 231	208	√	
6.	523082026694	198 - 231	207	√	
7.	523082026980	198 - 231	200	√	
8.	32146064855	198 - 231	202	√	
9.	525520192826	198 - 231	201	√	
10.	523082026998	198 - 231	198	√	
11.	56213333281	198 - 231	200	√	
12.	52308039491	198 - 231	209	√	
13.	523080903268	198 - 231	211	√	
14.	523080926177	198 - 231	203	√	
15.	32170027786	198 - 231	197		√
16.	56506103151	198 - 231	201	√	
17.	523082026869	198 - 231	202	√	
18.	523082026678	198 - 231	202	√	
19.	525520123514	198 - 231	210	√	
20.	523082026560	198 - 231	199	√	
21.	523082057455	198 - 231	200	√	
22.	32146059966	198 - 231	211	√	
23.	32146484687	198 - 231	205	√	
24.	523082038374	198 - 231	207	√	
25.	523082054783	198 - 231	216	√	
26.	523082073758	198 - 231	213	√	

No	ID Pelanggan	SPLN (Volt)	Nilai Tegangan (Volt)	Keterangan	
				Layak	Tidak Layak
27	523082475687	198 - 231	206	√	
28	523082053427	198 - 231	207	√	
29	32146053547	198 - 231	213	√	
30	32116863543	198 - 231	210	√	
Jumlah				28	2

Keterangan hasil perhitungan presentase dari pengukuran tegangan listrik menggunakan persamaan 2.1 adalah :

$$\% = \frac{28}{30} \times 100 \%$$

$$\% = 93 \%$$

Keterangan : Jumlah Layak 28 Rumah (93,3 %) dan Tidak Layak 2 Rumah (6,7 %)



Gambar 4. 2 Grafik Presentase Pengukuran Tegangan Pelayanan

4.3. Pengecekan Kabel Penghantar

Pengecekan kabel penghantar ini dengan menganalisis jenis kabel dan ukuran kabel penghantar kemudian dianalisa nilai KHA nya, yaitu nilai KHA tidak boleh kecil dari 125% pembatas arus daya terpasang. Adapun hasil yang didapatkan dari pengecekan kabel penghantar listrik dapat dilihat pada tabel dibawah ini 4.3.

Tabel 4. 3 Tabel Pengecekan kabel penghantar listrik

No	ID Pelanggan	Daya Terpasang (VA)	Ukuran & Type Penghantar (mm)	KHA Kabel (A)	Keterangan	
					Layak	Tidak Layak
1	523082026637	900	NYA 2 × 1,5	15	√	
2	523082027685	900	NYA 2 × 1,5	15	√	
3	32170027810	900	NYA 2 × 1,5	15	√	
4	523080501574	450	NYA 2 × 1,5	15	√	
5	523082027074	450	NYA 2 × 1,5	15	√	
6	523082026694	450	NYA 2 × 1,5	15	√	
7	523082026980	900	NYA 2 × 1,5	15	√	
8	32146064855	900	NYM 2 × 1,5	16	√	
9	525520192826	900	NYM 2 × 1,5	16	√	
10	523082026998	450	NYA 2 × 1,5	15	√	
11	56213333281	900	NYA 2 × 1,5	15	√	
12	52308039491	450	NYA 2 × 1,5	15	√	
13	523080903268	900	NYA 2 × 1,5	15	√	
14	523080926177	450	NYA 2 × 1,5	15	√	
15	32170027786	900	NYA 2 × 1,5	15	√	
16	56506103151	450	NYA 2 × 1,5	15	√	
17	523082026869	450	NYA 2 × 1,5	15	√	
18	523082026678	450	NYA 2 × 1,5	15	√	
19	525520123514	900	NYM 2 × 1,5	16	√	
20	523082026560	450	NYA 2 × 1,5	15	√	
21	523082057455	900	NYA 2 × 1,5	15	√	
22	32146059966	450	NYA 2 × 1,5	15	√	
23	32146484687	900	NYA 2 × 1,5	15	√	
24	523082038374	900	NYA 2 × 1,5	15	√	
25	523082054783	450	NYA 2 × 1,5	15	√	
26	523082073758	450	NYA 2 × 1,5	15	√	
27	523082475687	900	NYA 2 × 1,5	15	√	

No	ID Pelanggan	Daya Terpasang (VA)	Ukuran & Type Penghantar (mm)	KHA Kabel (A)	Keterangan	
					Layak	Tidak Layak
28	523082053427	450	NYA 2 × 1,5	15	√	
29	32146053547	450	NYA 2 × 1,5	15	√	
30	32116863543	900	NYM 2 × 1,5	16	√	
Jumlah						

Keterangan hasil perhitungan presentase dari pengecekan kabel penghantar instalasi listrik menggunakan persamaan 2.1 adalah :

$$\% = \frac{30}{30} \times 100 \%$$

$$\% = 100 \%$$

Keterangan : Jumlah Layak 30 Rumah (100 %) dan Tidak Layak 0 Rumah (0 %)



Gambar 4.3 Grafik Presentase Pengecekan Kabel Penghantar

4.4. Pengecekan Pengaman Instalasi

Pengecekan pengaman Instalasi listrik dengan cara melihat jenis pengaman yang digunakan dan mengidentifikasi kondisi dari alat pengaman instalasi listrik masih bagus atau tidak dengan pengecekan pada kondisi fisiknya kemudian menganalisa arus maksimal pada MCB kemudian membandingkan dengan KHA pada kabel penghantar. Hasil dari pengecekan pengaman instalasi pada tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Tabel Pengecekan Jenis Pengaman Instalasi dan Keadaan

NO	ID Pelanggan	Pengaman MCB	Rating MCB (A)	KHA Kabel (A)	Keterangan	
					Layak	Tidak Layak
1	523082026637	√	10	15	√	
2	523082027685	√	6	15	√	
3	32170027810	√	10	15	√	
4	523080501574	√	4	15	√	
5	523082027074	√	6	15	√	
6	523082026694	√	4	15	√	
7	523082026980	√	6	15	√	
8	32146064855	√	6	19	√	
9	525520192826	√	10	19	√	
10	523082026998	√	4	15	√	
11	56213333281	√	6	15	√	
12	52308039491	√	4	15	√	
13	523080903268	√	6	15	√	
14	523080926177	√	6	15	√	
15	32170027786	√	10	15	√	
16	56506103151	√	6	15	√	
17	523082026869	√	4	15	√	
18	523082026678	√	6	15	√	
19	525520123514	√	10	19	√	
20	523082026560	√	6	15	√	
21	523082057455	√	10	15	√	
22	32146059966	√	6	15	√	
23	32146484687	√	10	15	√	
24	523082038374	√	10	15	√	
25	523082054783	√	6	15	√	
26	523082073758	√	6	15	√	
27	523082475687	√	6	15	√	

NO	ID Pelanggan	Pengaman MCB	Rating MCB (A)	KHA Kabel (A)	Keterangan	
					Layak	Tidak Layak
28	523082053427	√	10	15	√	
29	32146053547	√	6	15	√	
30	32116863543	√	10	19	√	
Jumlah					30	

Keterangan hasil perhitungan presentase dari pengecekan pengaman instalasi listrik menggunakan persamaan 2.1 adalah :

$$\% = \frac{30}{30} \times 100 \%$$

$$\% = 100 \%$$

Keterangan : Jumlah Layak 30 Rumah (100 %) dan Tidak Layak 0 Rumah (0 %)



Gambar 4. 4 Grafik Presentase Pengecekan Pengaman Instalasi

4.5. Pengukuran Ketinggian Kotak Kontak dan MCB Box

Pengukuran ketinggian Kotak Kontak dan MCB Box dengan menggunakan alat ukur meteran yang maksimal panjangnya 5 meter. Pengukuran dilakukan dari lantai ke Kotak kontak dan ke MCB Box. Kemudian diperoleh hasil pengukuran pada tabel dibawah ini 4.5.

Tabel 4. 5 Tabel Hasil Pengukuran Ketinggian Kotak Kontak dan MCB Box

NO	ID Pelanggan	Ketinggian Stop Kontak		Ketinggian MCB Box		Keterangan	
		SNI (m)	Hasil Pengukuran (m)	SNI (m)	Hasil Pengukuran (m)	Layak	Tidak Layak
1	523082026637	1,25	1,6	2	2,1	√	
2	523082027685	1,25	1,5	2	2,2	√	
3	32170027810	1,25	1,5	2	2,0	√	
4	523080501574	1,25	1,5	2	2,0	√	
5	523082027074	1,25	1,5	2	2,0	√	
6	523082026694	1,25	1,5	2	2,1	√	
7	523082026980	1,25	1,5	2	2,1	√	
8	32146064855	1,25	1,5	2	2,0	√	
9	525520192826	1,25	1,5	2	2,0	√	
10	523082026998	1,25	1,5	2	2,0	√	
11	56213333281	1,25	1,6	2	2,1	√	
12	52308039491	1,25	1,5	2	2,2	√	
13	523080903268	1,25	1,6	2	2,0	√	
14	523080926177	1,25	1,5	2	2,0	√	
15	32170027786	1,25	1,5	2	2,0	√	
16	56506103151	1,25	1,5	2	2,1	√	
17	523082026869	1,25	1,5	2	2,1	√	
18	523082026678	1,25	1,6	2	2,1	√	
19	525520123514	1,25	1,5	2	2,1	√	
20	523082026560	1,25	1,5	2	2,0	√	
21	523082057455	1,25	1,6	2	2,1	√	
22	32146059966	1,25	1,6	2	2,2	√	
23	32146484687	1,25	1,6	2	2,0	√	
24	523082038374	1,25	1,5	2	2,0	√	
25	523082054783	1,25	1,5	2	2,0	√	
26	523082073758	1,25	1,5	2	2,1	√	
27	523082475687	1,25	1,5	2	2,1	√	

NO	ID Pelanggan	Ketinggian Stop Kontak		Ketinggian MCB Box		Keterangan	
		SNI (m)	Hasil Pengukuran (m)	SNI (m)	Hasil Pengukuran (m)	Layak	SNI (m)
28	523082053427	1,25	1,6	2	2,1	√	
29	32146053547	1,25	1,5	2	2,0	√	
30	32116863543	1,25	1,5	2	2,0	√	
Jumlah						30	

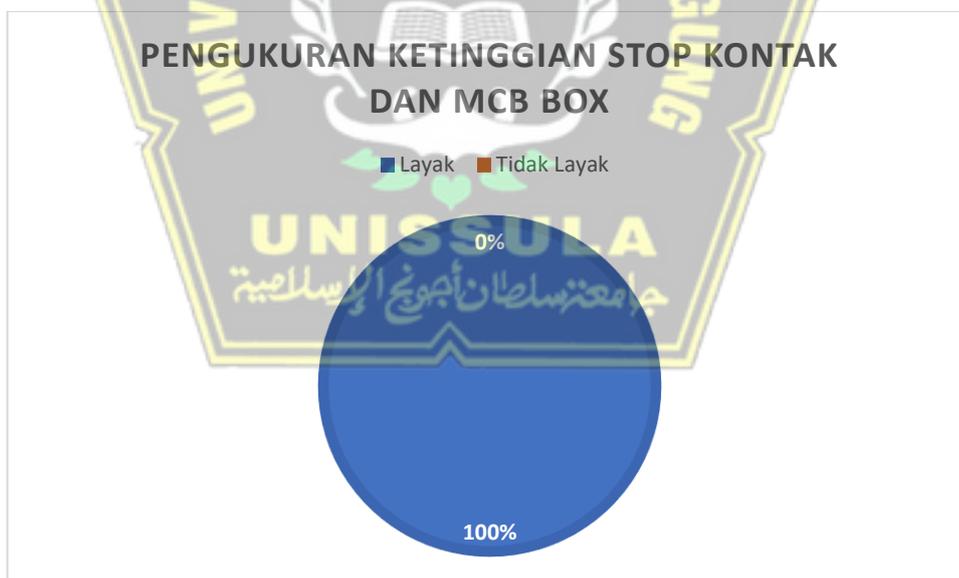
Keterangan hasil perhitungan presentase dari pengukuran ketinggian stop kontak dan MCB Box menggunakan persamaan adalah :

$$\% = \frac{n}{N} \times 100 \%$$

$$\% = \frac{30}{30} \times 100 \%$$

$$\% = 100 \%$$

Keterangan : Jumlah Layak 30 Rumah (100 %) dan Tidak Layak 0 Rumah (0 %)



Gambar 4. 5 Grafik Presentase Pengukuran Ketinggian Stop Kontak dan MCB Box

Dari hasil presentase keseluruhan pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 4.6

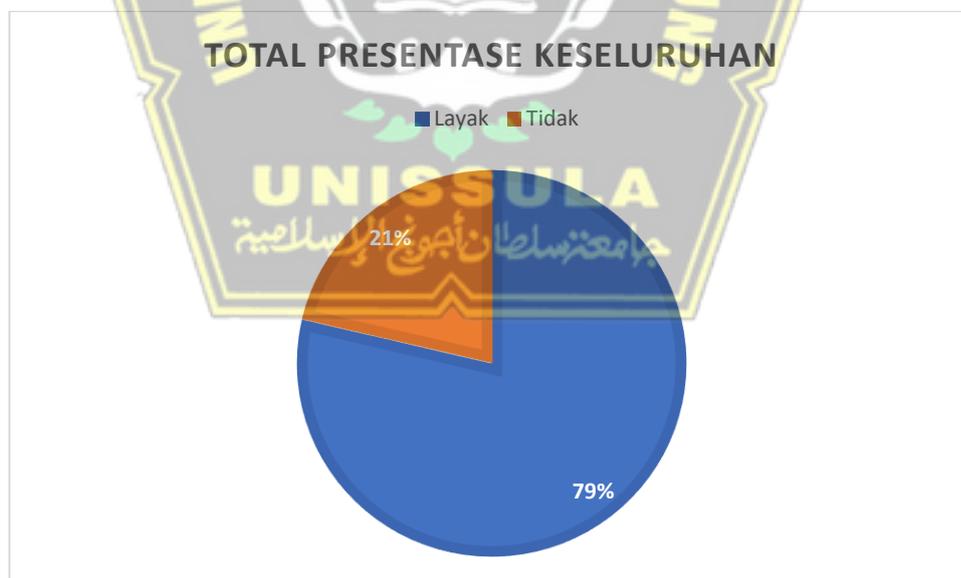
No	Jenis Penelitian	Layak	Tidak Layak
1	Pengukuran Tahanan Pentanahan	0,0 %	100 %
2	Pengukuran Tegangan Pelayanan	93,3 %	6,7 %
3	Pengecekan Kabel Penghantar	100 %	0 %
4	Pengecekan Pengaman Instalasi	100 %	0 %
5	Pengukuran Ketinggian Kotak Kontak dan MCB Box	100 %	0 %

Perhitungan presentase tingkat kelayakan keseluruhan penelitian menggunakan persamaan 2.1

$$\% = \frac{0\% + 93,3\% + 100\% + 100\% + 100\%}{500\%} \times 100\%$$

$$\% = 78,66\%$$

Keterangan : Presentase Total Layak (78,66 %) dan Tidak Layak (21,34 %)



Gambar 4. 6 Grafik Presentase Total Keseluruhan Penelitian

4.6. Analisa

Dari data hasil penelitian yang meliputi pengukuran tahanan pentanahan, pengukuran tegangan listrik pada kotak kontak terdekat, pengecekan kabel penghantar listrik, pengecekan jenis dan kondisi pengaman instalasi dan pengukuran ketinggian Kotak Kontak dan MCB Box. Kelayakan pada instalasi listrik di desa Trisari kecamatan Gubug kabupaten Grobogn sangat tidak layak pada nilai tahanan pentanahan, dan ada juga rumah yang drop tegangan dikarenakan adanya ukuran kabel tidak berstandar SNI.

4.6.1. Analisa Pengukuran Pentanahan

Dari hasil pengukuran pentanahan penelitian diatas didapatkan tahanan yang tidak sesuai standar PUIL 2000 (3.13.2.10) “Resistansi pembumian total seluruh sistem tidak boleh lebih dari 5Ω . Untuk daerah yang resistans jenis tanahnya sangat tinggi, resistans pembumian total seluruh sistem boleh mencapai 10Ω ”. Pada penelitian ini menggunakan standar resistansiyang bernilai 10Ω karena nilai resistansi tanahnya yang tinggi. Pada tabel 4.1 didapatkan dari 30 sampel rumah tangga nilai tahanan pentanahan pada rumah tangga semuanya tidak layak karena nilai tahanan lebih besar dari 5 ohm. Nilai tahanan pentanahan terendah didapat 32Ω dan nilai tertingginya adalah 267Ω .

Adapun faktor - faktor yang mempengaruhi ketidaklayakan grounding rumah tangga pada penelitian sebagai berikut :

1. Tahanan jenis tanah yang tinggi karena didaerah penelitian tersebut jenis tanahnya berbatu.
2. Batang Elektroda banyak yang sudah karatan karena itu tidak dapat menghantarkan dengan baik

Pada pengukuran pentanahan ini dapat di atasi dengan cara memperpanjang elektroda yang tertanam kedalam tanah dan juga bisa dengan menggunakan cara memperbesar diameter batang elektroda. Adapun cara yang lain yaitu dengan memparalelkan dengan elektroda baru yang tahan terhadap korosi.

4.6.2. Analisa Pengukuran Tegangan Listrik

Dari 30 sampel rumah tangga didapatkan hasil pengukuran tegangan listrik dapat dianalisa bahwa hanya ada 2 rumah yang nilai tegangannya terukur tidak sesuai dengan standar SPLN yang dimana Untuk batas minimum untuk tegangan 1 fasa adalah -10% dan untuk batas maksimum adalah +5%. Adapun variasi nilai tegangan yang terdapat pada sampel dari tegangan terendah ke tertinggi 196 – 213 Volt.

Adapun faktor – faktor yang mempengaruhi ke 2 rumah tersebut tidak memenuhi standar yaitu :

1. Kabel yang digunakan tidak Standar Nasional Indonesia (SNI) dan juga ukurannya tidak sesuai standar PUIL yaitu percabangan pada sirkuit utama menggunakan kabel biasa dan tidak dilapisi dengan pipa PVC.
2. Tempat pengukuran dengan sumber utama jauh jadi dapat terjadi drop tegangan.

4.6.3. Analisa Pengecekan kabel penghantar listrik

Dari hasil Pengecekan kabel penghantar listrik dapat diambil analisa bahwa ada dari semua sampel yang diambil sudah menggunakan kabel penghantar yang sesuai dengan standar PLN dengan melihat jenis kabel, ukuran dan Kuat Hantar Arusnya. Akan tetapi masih ada beberapa yang menggunakan percabangan pada kabel instalasi yang menggunakan kabel yang belum memenuhi standar PLN.

4.6.4. Analisa Pengecekan Pengaman Instalasi

Hasil penelitian dari pengecekan pengaman instalasi dari 30 sampel rumah yang diambil ada 2 jenis tipe pengaman instalasi listrik rumah tangga di desa Trisari Kecamatan Gubug Kabupaten Grobogan yaitu tipe pengaman sekring dan pengaman tipe MCB. Dari 30 sampel yang diambil ada 28 rumah menggunakan pengaman instalasi MCB dan ada 2 rumah yang menggunakan pengaman instalasi jenis sekring. Jenis pengaman sekring terdapat pada instalasi yang sudah lama dan belum diganti dengan jenis MCB. Untuk kelayakan kedua tipe pengaman instalasi pada penelitian masih sangat layak jika dilihat dari kondisi dan tampilan fisiknya.

Untuk kondisi tuas pada MCB Box masih bagus dan masih berfungsi dengan baik dan untuk kondisi pengaman sekring keadaannya juga masih bagus. Kemudian nilai maksimal ampere pada MCB sudah layak karena nilai nya lebih kecil dari KHA kabel jadi jika terjadi arus lebih maka akah otomatis MCB akan trip.

4.6.5. Analisa Pengukuran Ketinggian Kotak Kontak dan MCB Box

Hasil penelitian dari pengukuran ketinggian kotak kontak dan MCB Box pada instalasi listrik rumah tangga di desa Trisari Kecamatan Gubug Kabupaten Grobogan didapatkan hail pengukuran untuk kelayakan pemasangan tinggi kotak kontak dan MCB Box semua rumah tangga sudah memenuhi standar PUIL yang dimana untuk pemasangan kotak kontak diukur dari lantai lebih dari sama dengan 1,25 meter, dan untuk pemasangan pengaman lebih dari sama dengan 2,0 meter.

4.6.6. Analisa Perhitungan Presentase Penelitian Keseluruhan

Hasil dari perhitungan presentase keseluruhan didapatkan tingkat kelayakan instalasi listrik lebih besar yaitu sebesar 78,66% dan instalasi yang tidak layak sebesar 21,34%. Untuk instalasi listrik pada rumah tangga di desa Trisari kecamatan Gubug kabupaten Grobogan masih layak digunakan hanya saja untuk seluruh sistem pentanahan tidak layak semua dan ada 2 rumah yang tidak layak pada tegangan pelayanannya.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian analisa kelayakan instalasi listrik rumah tangga di desa Trisari kecamatan Gubug kabupaten Grobogan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Tingkat kelayakan tahanan pentanahan pada instalasi rumah tangga di desa Trisari kecamatan Gubug kabupaten Grobogan sangat tidak bagus yang disebabkan oleh nilai resistansi tanah yang tinggi, ukuran elektroda yang tidak memenuhi standar dan batang elektroda yang sudah karatan.
2. Jenis tanah di desa Trisari kecamatan Gubug kabupaten Grobogan adalah semi berbatu dan termasuk jenis tanah dengan nilai resistansi tinggi.
3. Terdapat 2 rumah yang nilai tegangan pelayanannya tidak memenuhi standar SPLN yang dimana penyebabnya yaitu dikarenakan kabel penghantar yang digunakan tidak sesuai dengan standar SNI dan jarak pengukuran dari tempat diukur dengan sumber utama jauh.

5.2. Saran

1. Nilai tahanan pentanahan pada rumah tangga di desa Trisari kecamatan Gubug kabupaten Grobogan dapat diperbaiki dengan cara memperpanjang batang elektroda yang ditancapkan kedalam tanah, memperbesar ukuran elektroda, atau memparalel dengan batang elektroda baru yang memiliki bahan yang tidak mudah korosi.
2. Untuk instalasi kabel penghantar listrik yang belum menggunakan standar SNI diganti dengan kabel penghantar berstandar SNI.
3. Pada penelitian ini nilai tahanan yang didapatkan belum memenuhi standar kemudian disarankan jika ada penelitian lagi didaerah tersebut dapat ditindak lanjut untuk penyelesaian masalahnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. SUMARNA, “ANALISIS KELAYAKAN INSTALASI LISTRIK RUMAH TANGGA DI DESA PURWOREJO KECAMATAN KUALA KABUPATEN NAGAN RAYA,” p. 6, 2021.
- [2] Saeful Mikdar, “Analisis Kelayakan Instalasi Listrik Rumah Tinggal Diatas 15 Tahun Berdasarkan Puil 2011 Di Kecamatan Tanjung Pandan,” *Pros. Semin. Nas. Penelit. Pengabd. Pada Masy.*, vol. 7, p. 6, 2021.
- [3] N. Wakhid, “Studi Kelayakan Instalasi Listrik Rumah Tangga Berumur Diatas 15 Tahun Di Kabupaten Demak,” 2019, [Online]. Available: https://drive.google.com/open?id=1-f5FBioUEBRbrSheBC_jMyfk3Tf1qCSa.
- [4] muhamad hasan Ali, “Studi Kelayakan Instalasi Penerangan Rumah Di Atas Umur 15 Tahun Terhadap Puil 2000 Di Desa Pancur Kecamatan Pancur Kabupaten Rembang,” *J. Tek. Elektro*, vol. 5, no. 1, pp. 49–52, 2013.
- [5] A. R. MAHCDI, “Analisa Kelayakan Sistem Instalasi Listrik Melalui Pengujian Nilai Tahanan Isolasi Dan Tahanan Bumi,” *J. Tek. / Maj. Ilm. Fak. Tek. UNPAK*, vol. 17, no. 1, pp. 1–9, 2016, doi: 10.33751/teknik.v17i1.910.
- [6] M. Dodo, J. Jufrizel, and W. P. Hastuti, “Analisa Kelayakan Jaringan Instalasi Kelistrikan untuk Saluran Tegangan Rendah (STR) di Kecamatan Pujud Kabupaten Rokan Hilir,” *El Sains J. Elektro*, vol. 4, no. 1, pp. 57–62, 2022, doi: 10.30996/elsains.v4i1.6830.
- [7] P. Sumardjati, *Teknik Pemanfaatan Listrik*, vol. 53, no. 9. 2019.
- [8] PUIL 2000, “Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000),” *DirJen Ketenagalistrikan*, vol. 2000, no. Puil, p. 562, 2000.
- [9] D. Erlan, *Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik Jilid 3 Kelas 12 Prih Sumardjati dkk.* 2007.
- [10] Standar Nasional Indonesia, “Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 (PUIL 2011),” *DirJen Ketenagalistrikan*, vol. 2011, no. PUIL, pp. 1–133,

2011.

- [11] “√ Fitting Lampu: Pengertian, Fungsi, Jenis, Cara Memasang.”
<https://thecityfoundry.com/fitting/> (accessed Dec. 12, 2022).
- [12] “Pengertian Kabel Listrik dan Jenis-jenisnya - Teknik Elektronika.”
<https://teknikelektronika.com/pengertian-kabel-listrik-jenis-jenis-kabel/>
 (accessed Dec. 12, 2022).
- [13] A. Sufiyanto, B. Sayogo, A. Rusiadi, F. Widjaja, S. Simangunsong, and Sugeng Prahoro, “Keselamatan dan Pemasangan Instalasi Listrik Voltase Rendah untuk Rumah Tangga,” *Puil 2011*, vol. 1, no. 2011, 2016, [Online]. Available:
https://gatrik.esdm.go.id/assets/uploads/download_index/files/c0cdc-buku-puil-keselamatan-dan-pemasangan-instalasi-listrik-voltase-rendah.pdf.
- [14] P. L. Negara, “Tegangan - standar,” 1995.
- [15] “Trisari - Google Maps.”
<https://www.google.co.id/maps/place/Trisari,+Kec.+Gubug,+Kabupaten+Grobogan,+Jawa+Tengah/@-7.092227,110.6572989,6147m/data=!3m2!1e3!4b1!4m5!3m4!1s0x2e7097b1c0b9a849:0xf82ff1f18b693e28!8m2!3d-7.1030863!4d110.6854273>
 (accessed Dec. 05, 2022).

