

**EVALUASI SISTEM PENANGKAL PETIR EKSTERNAL
PADA GEDUNG PROGRAM SARJANA UNIVERSITAS
ICHSAN GORONTALO**

OLEH :

LUTFI PURWANSYAH

T2119002

SKRIPSI



**PRODI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS IHSAN GORONTALO
2023**

HALAMAN PENGESAHAN
EVALUASI SISTEM PENANGKAL PETIR EKSTERNAL PADA
GEDUNG PROGRAM SARJANA UNIVERSITAS ICHSAN GORONTALO

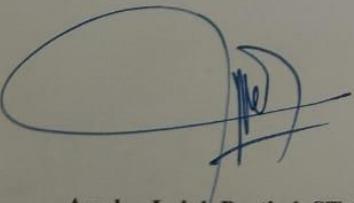
OLEH :
LUTFI PURWANSYAH
T2119002

SKRIPSI

Untuk memenuhi salah satu syarat ujian guna memperoleh gelar sarjana dan telah
disetujui oleh tim pembimbing pada 17 November 2023

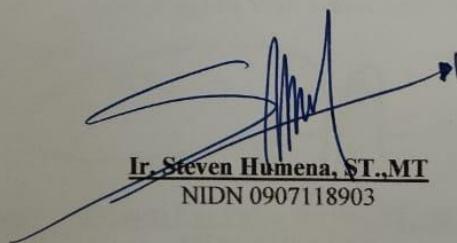
Gorontalo, 17 November 2023

Pembimbing I



Amelya Indah Pratiwi, ST. MT
NIDN.0907028701

Pembimbing II

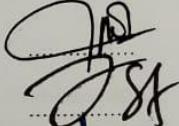
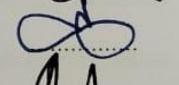
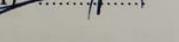


Ir. Steven Humena, ST., MT
NIDN 0907118903

HALAMAN PERSETUJUAN
EVALUASI SISTEM PENANGKAL PETIR EKSTERNAL PADA
GEDUNG PROGRAM SARJANA UNIVERSITAS ICHSAN GORONTALO

OLEH :
LUTFI PURWANSYAH
T2119002

Di periksa Oleh Panitia Ujian Strata Satu (S1)
Universitas Ichsan Gorontalo

- | | | |
|--------------------------------------|-----------------|---|
| 1. Frengki Eka Putra Surusa, ST., MT | (Penguji I) |  |
| 2. Muhammad Asri, ST., MT | (Penguji II) |  |
| 3. Sjahril Botutihe, ST., MM | (Penguji III) |  |
| 4. Amelya Indah Pratiwi, ST., MT | (Pembimbing I) |  |
| 5. Ir. Steven Humena, ST., MT | (Pembimbing II) |  |

Gorontalo, 17 November 2023

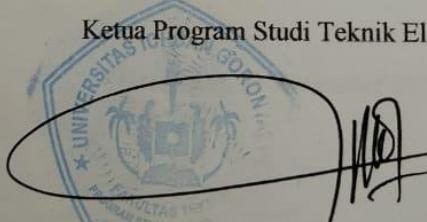
Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik



DR. Ir. Stephan A. Halukati, ST., MT., M.Kom
NIDN. 0917118701

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Frengki Eka Putra Surusa, ST., MT
NIDN.0906018504

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Lutfi Purwansyah

NIM : T2119002

Kelas : Reguler pagi

Program Studi : Teknik Elektro

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis saya (Skripsi) ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana) baik di Universitas Ichsan Gorontalo maupun perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dari tim pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dicantumkan sebagai acuan dalam naskah disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sangsi akademik berupa pencabutan gelar yang diperoleh karena karya tulis ini, serta sangsi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Ichsan Gorontalo

Gorontalo, 17 November 2023



Lutfi Purwansyah

ABSTRACT

LUTFI PURWANSYAH. T2119001. THE EVALUATION OF THE EXTERNAL LIGHTNING PROTECTION SYSTEM ON THE POST-GRADUATE PROGRAM BUILDING OF UNIVERSITAS ICHSAN GORONTALO

Indonesia, a tropical country, is located in the equatorial territory with the highest number of thunderstorm days in the world. It reaches 180-260 thunderstorm days per year. The density of lightning strikes on the Earth (NG) can reach 30 per year. Several locations are prone to lightning strikes. Lightning strikes can also cause damage to buildings, equipment, and security systems installed in tall buildings. One of the security systems is the lightning protection and grounding system. Problems related to the building of the Post-Graduate Program of Universitas Ichsan Gorontalo include the radius of protection used to express the scope of the lightning protection, namely how far of an area must be covered by the lightning protection so that in that area there is a possibility or a chance of being struck by lightning. The external lightning protection system evaluation of the building of the Post Graduate Program of Universitas Ichsan Gorontalo is carried out using the rolling ball method. The evaluation results show that the level of need for a lightning protection system is the building with protection level III, namely the roof. The obtained value of lightning protection system efficiency is 0.83. This value is still below the required level of protection, namely $80\% < E \leq 90\%$. It indicates that the lightning protection system still does not provide optimal protection against lightning strikes. The improvements required are adding finial poles to the right wing and left wing of the building roof at a distance of 4 meters. The addition to the finial pole increases the efficiency value of the lightning protection system to 0.90. The value meets the required level of protection.

Keywords: lightning protection system evaluation, rolling ball method, post-graduate program building, air termination lightning protection level

ABSTRAK

LUTFI PURWANSYAH. T2119001. EVALUASI SISTEM PENANGKAL PETIR EKSTERNAL PADA GEDUNG PROGRAM SARJANA UNIVERSITAS ICHSAN GORONTALO

Di daerah Indonesia merupakan wilayah tropis yang terletak di wilayah khatulistiwa dengan hari guruh tertinggi di dunia yakni berkaisar antara 180-260 setiap hari guruh pertahun dapat terjadi kerapatan sambaran petir ke tanah (NG) dapat mencapai 30 setiap tahun. Terdapat beberapa lokasi yang rawan akibat terjadinya sambaran petir. Sambaran petir juga dapat menyebabkan suatu kerusakan pada bangunan, peralatan, sistem keamanan dapat dipasang pada gedung-gedung tinggi. Salah satu system pengamannya adalah sistem penangkal petir dan pentanahan. Masalah bagian Gedung program sarjana Universitas Ichsan Gorontalo diantaranya radius proteksi yang akan terpakai untuk menyatakan lingkup penangkal petir, adalah seberapa banyaknya suatu daerah yang harus dicakup oleh penangkal petir sehingga pada suatu daerah tersebut yang mungkin mempunyai kecil dapat disambar petir. Evaluasi sistem penangkal petir eksternal pada gedung program sarjana perkuliahan dilakukan dengan menggunakan metode bola bergulir. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa tingkat kebutuhan sistem proteksi petir berada pada bagian gedung dengan tingkat proteksi III, yaitu bagian atap. Nilai efisiensi sistem penangkal petir yang diperoleh sebesar 0,83. Nilai ini masih berada di bawah tingkat proteksi yang dibutuhkan, yaitu $80\% < E \leq 90\%$. Hal ini menunjukkan bahwa sistem penangkal petir tersebut masih belum memberikan perlindungan yang optimal terhadap sambaran petir. Perbaikan yang dapat dilakukan adalah dengan menambahkan tiang finial pada bagian sayap kanan dan sayap kiri atap gedung dengan jarak 4 meter. Penambahan tiang finial ini akan meningkatkan nilai efisiensi sistem penangkal petir menjadi 0,90. Nilai ini sudah memenuhi tingkat proteksi yang dibutuhkan.

Kata kunci: evaluasi sistem penangkal petir, metode bola bergulir, gedung program sarjana perkuliahan, tingkat proteksi petir air termination



KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan kemudahan kepada kami sehingga dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul **“EVALUASI SISTEM PENANGKAL PETIR EKSTERNAL PADA GEDUNG PROGRAM SARJANA UNIVERSITAS ICHSAN GORONTALO”** dengan baik dan tepat waktu.

Penulisan skripsi ini dalam rangka pengusulan penelitian sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan studi strata satu di Fakultas Teknik Elektro Universitas Ichsan Gorontalo.

Alhamdulillah dalam penulisan skripsi ini, penulis mendapat banyak masukan dan bimbingan dari berbagai pihak sehingga skripsi ini terselesaikan dengan baik, untuk itu kami tidak lupa mengucapkan rasa terima kasih kepada :

1. Bapak Muhammad Ichsan Gaffar, SE., M.AK, Selaku Ketua Yayasan Pengembangan Ilmu pengetahuan Teknologi (YPIPT) Ichsan Gorontalo.
2. Bapak DR. Abdul Gaffar Latjokke, M.Si, selaku Rektor Universitas Ichsan Gorontalo.
3. Bapak Amru Siola, ST., MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Unisan Gorontalo
4. Bapak Frengki Eka Putra Surusa, ST., MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Unisan Gorontalo
5. Ibu Amelya Indah Pratiwi, ST., MT, selaku Pembimbing I

6. Bapak Steven Humena, ST., MT, selaku Pembimbing II
7. Bapak dan ibu Dosen Universitas Ichsan Gorontalo, Pegawai Staf Administrasi Fakultas Teknik Universitas Ichsan Gorontalo Khususnya Jurusan Teknik Elektro.
8. Semua rekan-rekan mahasiswa Strata satu (S1) Program Studi Teknik Elektro Universitas Ichsan Gorontalo, yang telah memberikan semangat, dukungan serta motivasi kepada penulis.

Dalam penulis skripsi ini penulis benar-benar menyadari akan adanya kritik dan saran yang bersifat membangun agar dapat dijadikan penyempurnaan skripsi ini, dan terahir penulis berharap sekiranya skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	10
DAFTAR GAMBAR.....	12
DAFTAR TABEL	13
PENDAHULUAN.....	14
1.1 Latar belakang.....	14
1.2 Rumusan masalah.....	16
1.3 Tujuan penelitian	16
1.4 Batasan masalah	16
1.5 Manfaat penelitian.....	17
LANDASAN TEORI.....	18
2.1 Penelitian Terdahulu.....	18
2.2 Petir.....	19
2.4 Kerusakan akibat sambaran petir	23
2.5 Efek sambaran petir.....	24
2.6 Sistem proteksi petir	26
2.6.1 Sistem proteksi petir internal	26
2.6.2 Sistem proteksi petir eksternal	28
2.6.3 Aksesoris instalasi penangkal petir.....	32
2.6.4 Metode Rolling Sphere	33
2.7.3 Disipasi Energi Petir	41
2.8 Elektroda pembumian.....	42
2.8.1 Elektroda batang	42
2.8.2 Bidang sambar dan garis sambar.....	43

METODE PENELITIAN.....	45
3.1 Kerangka Konsep Penelitian.....	45
3.2 Lokasi dan waktu penelitian	45
3.3 Tahapan alur penelitian	46
3.4 Flowchart alur penelitian.....	51
BAB IV	52
HASIL DAN PEMBAHASAN	52
4.1 Kondisi system penangkal petir pada lokasi penelitian	52
4.2 Penentuan kebutuhan bangunan terhadap system proteksi	55
4.3 Tingkat kebutuhan proteksi petir pada gedung program sarjana UNISAN.	60
4.4 Perencanaan sistem proteksi sambaran Petir Bangunan Perkuliahinan Bangunan Sarjana Universitas Ichsan Gorontalo.....	62
4.4.1 Terminasi Udara.....	62
4.4.2 Sistem grownding	64
4.4.3 Down konduktor.....	65
4.5 Penentuan metode rolling sphere (perencanaan).....	67
4.6 Saran untuk perbaikan sistem perlindungan petir eksternal pada gedung program sarjana universitas ichsan Gorontalo.....	69
BAB V	70
PENUTUP	70
5.1 Kesimpulan.....	70
5.2 Saran	71
DAFTAR PUSTAKA	72

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Petir	20
Gambar 2. 2 Proses Terbentuknya Petir.....	21
Gambar 2. 3 kawat BC-50 mm2	29
Gambar 2. 4 Titik pembumian setelah penanaman elektroda	30
Gambar 2. 5 Konektor.....	33
Gambar 2. 6 Zona perlindungan Pada Metode Rolling Sphere	35
Gambar 2. 7 Nilai Kritis Efisiensi Proteksi Petir	38
Gambar 2. 8 Pembumian dengan satu batang elektroda	42
Gambar 2. 9 Pembumian dengan dua batang elektroda	43
Gambar 2. 10 Garis sambar suatu lidah petir untuk arus petir tertentu.....	44
 Gambar 3. 1 Peta Konsep.....	45
 Gambar 4. 1 Termination yang terpasang pada atap bangunan perkuliahan program sarjana	53
Gambar 4. 2 Pengecekan down conductor system penangkal petir kampus program sarjana UNISAN	53
Gambar 4. 3 Kondisi bak control system gronding bangunan program sarjana UNISAN	54

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Indeks A: bahaya berdasarkan jenis bangunan	55
Tabel 4. 2 Indeks B: bahaya berdasarkan kontruksi bangunan.....	56
Tabel 4. 3 Indeks C: bahaya berdasarkan tinggi bangunan.....	56
Tabel 4. 4 Indeks D: Bahaya berdasarkan situasi bangunan.....	57
Tabel 4. 5 Indeks E: Bahaya berdasarkan pengaruh kilat/hari guru.....	57
Tabel 4. 6 Indeks R : Perkiraan Bahaya Sambaran Petir	58
Tabel 4. 7 Daerah proteksi dengan tingkat proteksi.....	63
Tabel 4. 8 Dimensi minimum Bahan Sistem Penangkal Petir	64

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Fenomena petir merupakan suatu gejalah atau pelepasan muatan listrik akibat terjadinya beda potensial antara awan dengan bumi. Terdapat beberapa lokasi yang rawan akibat terjadinya sambaran petir. Kapasitor adalah sejenis komponen pasif yang bisanya mengumpulkan energy sesaat. Petir juga akan terjadi ketika awan dan wan diantara sala satunya awan bergerak sebagai muatan negative atau awan lainnya bermuatan positif.

Salah satu gangguan alam yang sering terjadi adalah sambaran petir. Mengingat letak geografis Indonesia yang dilalui garis khatulistiwa menyebabkan Indonesia beriklim tropis, akibatnya Indonesia memiliki hari guruuh rata-rata per tahun yang sangat tinggi. Demikian juga bangunan gedung Kemang yang berdiri tinggi mempunyai resiko lebih besar mengalami kerusakan akibat terkena sambaran petir. teringat kerusakan yang timbul karena sambaran petir dapat membahayakan peralatan serta manusia yang berada didalam gedung tersebut. Dengan demikian untuk melindungi dan mengurangi dampak kerusakan akibat sambaran petir maka dibutuhkan dipasang penangkal petir beserta pentanahannya.

Di daerah Indonesia merupakan wilaya tropis yang terletak di wilayah khatulistiwa dengan hari guru tertinggi di dunia yakni berkaisar antara 180-260 setiap hari guru pertahun dapat terjadi kerapatan sambaran petir ke tanah (NG) dapat mencapai 30 setiap tahun. Yang kemungkinan banyak terjadi bahaya kerusakan suatu harta benda

atau makhluk hidup di sekitarnya karena akibat terjadinya sambaran petir. Seperti halnya Gedung-gedung tertinggi, pemancar TV, dan alat-alat lainnya.

Sambaran petir juga dapat menyebabkan suatu kerusakan pada bangunan, peralatan, sistem keaamanan dapat dipasang pada Gedung-gedung tinggi. Salah satu sistem pengamannya adalah sistem penangkal petir dan pentanahan.

Masalah bagian Gedung program sarjana Universitas Ichsan Gorontalo diantaranya radius proteksi yang akan terpakai untuk menyatakan lingkup penangkal petir, adalah seberapa banyaknya suatu daerah yang harus dicakup oleh penangkal petir sehingga pada suatu daerah tersebut yang mungkin mempunyai kecil dapat disambar petir. Konduktor penyalur ialah sebagian dari sistem penangkal petir yang dimaksud dapat melewati arus petir dari sistem terminasi udara ke sistem terminasi bumi, peringatan sambaran listrik akan mengakibatkan induksi terhadap alat-alat yang terdapat didalam ataupun di sekitar bangunan yang diproteksi, pemilihan bahan atau ukuran minimum konduktor penyalur harus sesuai dengan ketentuan standar. System terminasi bumi adalah sebagian dari sistem penangkal petir eksternal yang dimaksud untuk melakukan dan menetralkan arus petir ke bumi, tidak menimbulkan bahaya bagi orang ataupun kerusakan pada instalasi didalam struktur yang akan dilindungi.

Sistem penangkal petir dalam suatu gedung mempunyai dua bagian ialah sistem proteksi internal dan eksternal. Sistem Proteksi internal melindungi biar alat pada gedung aman ketika tegangan lebih karena efek sambaran petir, sedangkan sistem proteksi eksternal tujuannya dapat berkurangnya resiko suatu bahaya kerusakan akibat sambaran langsung pada gedung yang dilindungi

1.2 Rumusan masalah

1. Bagaimana menentukan tingkat kebutuhan system proteksi petir pada Gedung program sarjana Univrsitas Ichsan Gorontalo?
2. Bagaimana menentukan radius penangkal petir dengan menggunakan metode sudut proteksi
3. Bagaimana menentukan kapasitas konduktor penghantar dan system grownding yang ada pada Gedung Program Sarjana Universitas Ichsan Gorontalo

1.3 Tujuan penelitian

1. Menghitung besarnya kebutuhan indeks proteksi sambaran petir (R) pada Gedung Program Sarjana Universitas Ichsan Gorontalo
2. Menghitung radius penangkal petir
3. Menganalisis kebutuhan sistem grounding pada gedung Program Sarjana Universitas Ichsan Gorontalo

1.4 Batasan masalah

1. Penelitian ini hanya membahas desain atau pemasangan proteksi petir eksternal pada gedung program sarjana

1.5 Manfaat penelitian

Manfaat penelitian ini dari metode yang kami gunakan berfungsi untuk mengetahui suatu penempatan atau pemasangan air termination yang baik, sehingga dapat memberikan suatu perlindungan dari gedung untuk mencegah suatu sambaran petir langsung pada bangunan.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian sebelumnya memiliki tujuan mendapatkan bahan yang dapat dijadikan persaingan serta acuan, untuk menghindari tanggapan kemiripan dengan penelitian ini. Oleh karenanya, dalam kajian pustaka ini tencantum hasil – hasil penelitian terdahulu.

Asep Fathudin, saud Maruli Tua, Haris Gunwan melakukan penelitian tentang “Evaluasi Sistem Penangkl Petir Di Gedung Instlasi Radiometalurgi” setelah melakukan evaluasi sistem penangkal petir di gedung instalasi Radiometaguler dan menganalisa data-data yang ada. Maka dapat disimpulkan resistansi pembumian mempengaruhi bercurahnya hujan. Banyak jatuhnya hujn dapat mempengaruhi tanah menjadi lembab serta mengandung air cukup besar sehingga resistansi jenis tanah akan kecil serta resistansi pembumian menjadi kecil.

Berlin Saragih Jhonson M. Siburian Jaya Lukita Purba”melakukan penelitian tentang” Banyaknya hari guru, kerapatan sambaran petir ke tanah (Ng), resistansi sambaran petir pertahun ditempat (Nc), bagian sekitar cakupan evikalen dari gedung (Ae) ditentukan peningkatan perlindungan gedung, baik toer maupun banguanan, serta sambaran petir. Gedung pada studi kasus ini mempunyai dimensi yang sangat besar, Tinggi 40 meter, panjang 15 meter, dan luas 15 meter.

Mitratul Qhuaris Azriyenni Azhari Zakri Fri Murdia, melakukan penelitian tentang” Perancangan Instalsi Penangkal petir Eksternal Untuk Gedung Bertingkat Tiga Sekolah Islam Inaya” Gedung bertingkat tiga sekolah islam inayah memerlukan proteksi petir eksternal dipenentuan kelas proteksinya adalah tingkat IV. Pada penerapannya untuk bangunan, kedua metode mempunyai kelebihan masing-masing. Metode collection Volume lebih efisien dan lebih detail karena juga menghitung arus dan sudut datang petirnya, dan dalam penerapannya pada gedung sekolah juga lebih mudah dan murah karena menggunakan satu buah penangkal petir saja.

2.2 Petir

Petir dan guntur adalah fenomena alam yang biasa muncul pada musim hujan Ketika langit memancarkan kilatan yang sangat menyilaukan sesaat. Beberapa saat kemudian disusuli dengan suara gemuru atau disebut guntur. Waktu yang berbeda muncul disebabkan oleh perbedaan kecepatan suara atau kecepatan cahaya.(ANALISIS SISTEM PENANGKAL PETIR PADA BTS DI PT. DAYAMITRA TELEKOMUNIKASI (MITRATEL), n.d.)

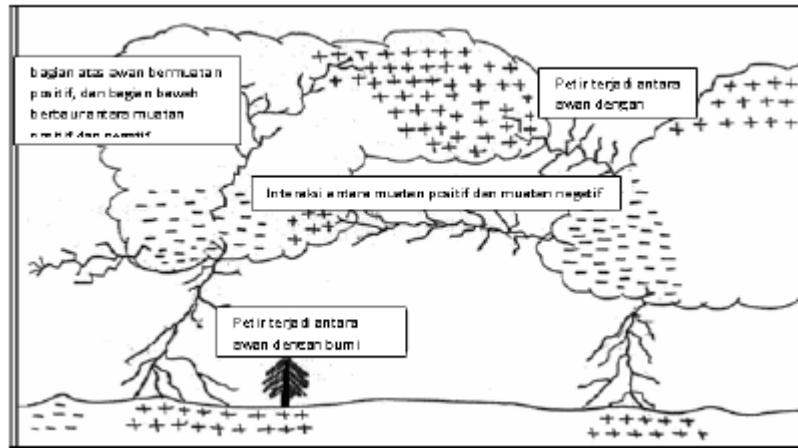
Petir adalah peristiwa alam yang merupakan sebuah proses terlepasnya muatan listrik (Electrical Discharge) dan dapat terjadi di atmosfer yang mengakibatkan berkumpulnya ion bebas muatan negatif atau positif di awan, ion listrik hasil dari pergesekan antar awan serta terjadinya ionisasi diakibatkan karena berubahnya bentuk air dari cair menjadi gas serta sebaliknya.



Gambar 2. 1 Petir

Kilat adalah fenomena semula yang bisa dianalogikan dengan kapasitor gergasi, apabila plat pertama adalah awan (maka boleh menjadi plat negatif atau plat positif) dan plat kedua adalah bumi (dianggap neutral). Seperti yang kita ketahui umumnya, kapasitor adalah komponen pasif dalam litar elektrik yang boleh menyimpan tenaga serta-merta (penyimpanan tenaga). Kilat juga boleh berlaku dari awan ke awan (intercloud Interconnenacted cloud) dimana suatu awan bercas negatif dan awan satu lagi bercas positif.

Salah satu gangguan yang sering terjadi adalah sambaran petir. Mengingat letak geografis Indonesia yang berada digaris katulistiwa, maka Indonesia memiliki iklim tropika, maka Indonesia memiliki purata hari ribut petir yang sangat tinggi setiap tahun. Dengan demikian, semua bangunan di Indonesia memiliki resiko lebih besar untuk rusak sambaran petir. Kerusakan yang terjadi dapat membahayakan peralatan dan manusia yang berada dalam Gedung (Rohani, 2017).



Gambar 2. 2 Proses Terbentuknya Petir

Ada dua terbentuknya petir di dalam awan

1. Proses ionisasi
2. Gesekan antar awan

Permulaannya awan berpindah ke arah angin, selama proses ini terjadi awan akan sering bergesekan satu sama lain sehingga dapat mengakibatkan timbulnya elektron-elektron bebas yang dapat memenuhi permukaan awan. Proses yang terjadi dapat ditampilkan secara sederhana dari suatu penggaris plastik jika digesekan pada rambut maka penggaris dapat mengambil potongan kertas. Pada saat tertentu awan ini akan berkumpul pada suatu wilayah, saat itulah petir mungkin akan terjadi akibat elektron-elektron bebas yang sering menguatkan satu sama lain, namun mempunyai cukup beruba potensial yang akan menyambar permukaan bumi.(Messelinus Christian, n.d.)

2.3 Mekanisme petir

Petir adalah peristiwa peluahan muatan listrik di udara, yang terjadi diantara awan dengan awan, antara pusat-pusat muatan di dalam awan tersebut dan antara awan dengan tanah. Diantara tiga kemungkinan diatas, peluahan muatan itu lebih sering terjadi antara awan dengan awan dan di dalam awan itu sendiri dibanding peluahan muatan yang terjadi awan dengan tanah. Akan tetapi walaupun lebih jarang, petir awan – tanah ini sudah cukup besar untuk dapat menyebabkan kerusakan pada bendabenda yang ada di permukaan tanah. Secara garis besar dapat dinyatakan bahwa terjadinya petir merupakan hasil dari proses pada atmosfer sehingga muatan terkumpul pada awan. Muatan pada awan ini menginduksikan muatan lain di bumi, dan petir terjadi jika potensial antara bumi dan awan lebih besar dari tegangan tembus kritis udara.(Nawir et al., 2018)

2.3.1 Definisi penangkal petir

Penangkal petir adalah suatu alat atau rangkaian jalur yang di fungsikan sebagai jalan menuju ke permukaan bumi atau tanah tanpa merusak benda-benda yang dilewatinya. Alat penangkal petir berupa batang tembaga murni yang ujung tembaganya runcing. Batang di buat runcing karena muatan listrik mempunyai sifat mudah berkumpul dan lepas pada ujung logam dengan demikian dapat perlancar proses tarik menarik dengan muatan listrik yang ada di awan. ini dipasang pada bagian puncak sebuah bangunan atau Gedung.

2.3.2 Material instalasi penangkal petir

Pada perancangan ini, jenis material penangkal petir yang digunakan adalah tembaga yang tahan terhadap korosi atau cooper tape sangat cocok untuk system yang memerlukan kehandalan dalam jangka waktu yang lama.

Perangkat /material tambahan yang sifatnya mendukung perangkat dan instalasi penangkal petir yang dipasang , terdapat banyak jenis dan ragamnya dari material penangkal petir :

2.4 Kerusakan akibat sambaran petir

Sambaran petir bisa menimbulkan suatu korban yang menyebabkan suatu gangguan pada objek-objek diantaranya:

1. Sambaran petir langsung pada gedung

Sambaran petir langsung menuju pada struktur gedung, kantor atau bangunan dapat membahayakan bangunan tersebut serta isinya sehingga dapat mengakibatkan kerusakan komponen-komponen elektrik atau elektronika sehingga mengakibatkan bahaya pada manusia. Oleh karena itu disetiap gedung harus mremiliki pemasangan instalasi penangkal petir. Adapun cara pengamannya merupakan pada pemasangan suatu terminal menerima sambaran petir beserta instalasi dukungan lain dan tepat pada standar yang akan di tentukan. Petir sering kali ditemui setiap nusim hujan datang. Petir mempunyai ciri khas seperti kilatan putih yang terang dan biasanya akan disusul dengan suara dentuman yang sangat keras.

2. Sambaran petir melalui jaringan listrik

bahanya sambaran petir yang biasanya terjadi, ketika petir menyambar serta mengenai suatu yang berada di sekitaran Gedung dan berdampak pada jaringan listrik pada gedung tersebut, karena hal tersebut sistem jaringan distribusi listrik/PLN menggunakan kabel udara terbuka yang terletak makin tinggi, ketika adapun petir yang menyambar pada kabel terbuka sehingga arus petir akan disalurkan di pemakaian langsung. Adapun teknik untuk mengamankannya yaitu dengan pemasangan suatu arrester sebagai pengaman tegangan lebih pada (over voltage).

3. Sambaran melalui jaringan Telekomunikasi

Bahaya sambaran ini hampir sama dengan bahaya pada poin dua, namun dampaknya pada perangkat telekomunikasi, seperti headphone dan PABX, Adapun cara pemasangannya yaitu dengan memasangkan arrester khususnya pada jaringan PABX dan di sambungkan dengan grounding. Apabila suatu Gedung yang dilidungi memiliki jaringan dan interkoneksi melalui jaringan telpon sehingga peralatan ini bisa melindungi jaringan internet lainnya.

2.5 Efek sambaran petir

Pada dasarnya sambaran Petir mempunyai efek yang sangat rugikan dan bahaya bagi manusia. Efek atau fenomena sambaran petir dapat dibagi dalam beberapa bagian adalah:

1. Efek listrik

Apabilah suatu arus petir melalui kabel penyalur (konduktor) menuju tanahan elektroda bumi instalasi penangkal petir, dapat mengakibatkan tegangan jatuh resistif, sehingga dapat dinaikan tegangan sistem proteksi dari suatu tanahan yang tinggi jika berbanding pada tegangan bumi. Arus petir dapat mengakibatkan gradien tegangan sangat tinggi pada bagian elektroda bumi, dan berdampak bahaya pada manusia. Selain itu induktansi sistem proteksi harus kita memperhatikan dengan kecuraman permukaan gelombang pulsa petir. Maka dari itu tegangan jatuh dari sistem proteksi petir merupakan jumlah aritmatik komponen tegangan resistif dan induktif

2. Efek tegangan tembus-samping

Titik sambaran petir terhadap sistem proteksi petir mempunyai tegangan lebih tinggi serta unsur logam terdekatnya. Oleh karena itu akan menyebabkan gangguan tegangan tembus pada sistem proteksi petir sehingga dapat dipasang menuju struktur logam lain.

3. Efek termal

Menyangkut pada sistem proteksi petir, gangguan termal pelepasan bermuatan petir dibatasi oleh kenaikan temperature penghantar dan dituju arus petir. Meskipun arus besar, waktu cukup terbilang pendek sehingga berpengaruh pada sistem proteksi petir tidak dihiraukan. Umumnya luas penampang atau penghantar instalasi penangkal petir pertama kali terpilih agar terpenuhinya persyaratan kualitas mekanis, yang artinya sudah cukup besar sehingga dapat dibatasi naiknya temperatur 1°C

4. Efek muatan terjebak

bermuatan statis di aliri listrik oleh badai awan yang merupakan terbaliknya pada proses muatan lain. Apabilah proses netralisasi muatan akhir kemudian alur sambaran sudah kembali netral, maka muatan yang dijebak dapat ditiinggal pada benda yang terisolir pada kontak langsung mengenai listrik dengan bumi, kemudian bahan yang bukan penghantar misalnya bahan yang sangat mudah terbakar. Bahan yang bukan penghantar tidak dapat memkonversi muatan pada waktu pendek apabilah didapat alur sambaran.(Messelinus Christian, n.d.)

2.6 Sistem proteksi petir

2.6.1 Sistem proteksi petir internal

Penerapan konsepsi penangkal petir umumnya merupakan suatu opsi untuk meminimalisir terjadi beda potensial dari keseluruhan titik dan instalasi beserta peralatan yang diproteksi pada sebuah gedung. Terdapat beberapa tahapan yang harus dicapai dalam penggunaan integrasi atau efek. Kubutuhan biaya investasi untuk mengadakan penangkal. Usaha yang digunakan untuk meminimisasi biaya yaitu dengan menggunakan proses pendefinisian Zoning Area proteksi, pertama mengenai upaya mengurangi sekecil mungkin semua arus atau tegangan impuls petir yang akan mengalir pada bagian gedung atau instalasi. Selain itu juga teknik yang dapat digunakan agar mengurangi kerusakan internal pada suatu peralatan listrik berupa over voltage atau tegangan induksi yang dapat merugikan peralatan yaitu karena adanya upaya maksimal pada kesempurnaan penangkal petir eksternal atau diterapkan perisai akan memperkecil biaya untuk penangkal petir internal. Khususnya untuk mengadakan

sistem penangkal petir untuk instalasi eksplosif dan mudah meledak, terdapat tiga bagian awal yang akan diperhatikan yaitu:

1. Faktor yang mepengaruhi luar, dalam hal ini merupakan faktor yang mengakibatkan terjadinya sambaran petir. Cara mengamankan yang seharusnya digunakan ialah mencegah terjadinya percikan busur listrik, di bagian atap gedung, serta di dalam gedung yang dilindungi sistem pembumiannya. Upaya yang akan ditampilkan merupakan kebenaran susunan finial, aliran arus petir dan penembumian sehingga menghubungkannya agar menjaga terjadinya mekanisme "Faraday Hole"
2. Faktor operasional, dalam hal ini terkait permasalahan mixture bahan-bahan gas yang sangat membutuhkan tegangan, suhu, tenaga dan penyalaannya.
3. Faktor kesanggupan Internal, merupakan upaya untuk peningkatan kemampuan internal instalasi, seperti tanki, dan mempunyai tahanan lebih tinggi serta bisa mengeliminasi permasalahan yang terjadi apabila terdapat kegagalan pada upaya dua faktor di atas.

Rumus radius penangkal petir

$$r = \frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C}$$

2.6.2 Sistem proteksi petir eksternal

Sistem Proteksi Petir Eksternal dapat melindungi bahaya langsung dari sebuah sambaran petir bagian instalasi-instalasi, berbagai alat yang dipasang pada luar gedung tau bangunan, tower yang pada sekitaran luar gedung. Maka hal dapat memberikan sebuah pelindungan pada makhluk hidup yang berada diluar gedung. Sistem Proteksi Petir Eksternal pada umumnya terbagi menjadi tiga bagian yaitu:

1. Terminasi udara (Air Terminal)
2. Konduktor penyalur arus petir(down Conductor)
3. Pentanahan (Grounding)

2.6.2.1 Terminasi Udara (Air Terminal)

Terminasi udara merupakan sebagian daripada sistem proteksi petir eksternal dan diharuskan dapat menerima sambaran petir, sejenis elektroda logam dan terpasang berupa tegak ataupun datar. Terminasi udara juga adalah daerah dan zona khusus untuk penangkapan petir pada radius tertentu. Penangkap petir ditempatkan demikian rupa hingga bisa menangkap semua petir yang dapat menyambar tidak harus mengenai sekitar bangunan, gedung, serta lokasi dapat terlindungi (zona proteksi).

2.6.2.2 Konduktor penyalur Arus Petir (Down Conductor)

Konduktor memiliki fungsi mengalirkan arus petir yang akan ditanahkan ke pentanahan/grounding. Pada dasarnya pemilihan jumlah serta posisi konduktor penyalur baiknya dapat dihitung ketika, jika suatu arus petir terbagi menjadi beberapa konduktor aliran, maka resiko loncatan disamping atau gangguan elektromagnetik didalam bangunan akan dipasang pada rute serendah mungkin sehingga tidak mendatangkan gangguan, side-flash pada manusia atau peralatan dan masalah induksi terutama pada peralatan sensitif.

Konduktor atau pengantar menurun adalah hubungan antar ujung penangkal dan pentanahan. Secara garis besarnya pengantar turun memakai kawat konduktor model *Bare Copper* (kabel telanjang) BC-50 seperti ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 2. 3 kawat BC-50 mm²

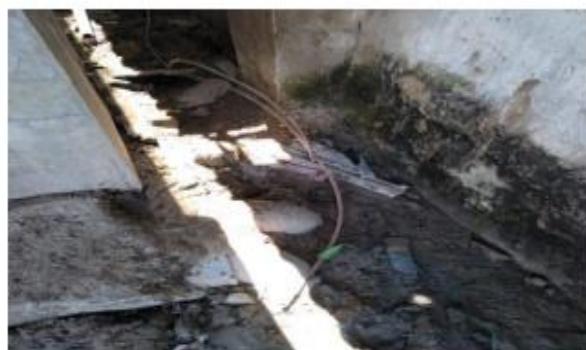
Sumber: (Fathudin et al., 2017)

2.6.2.3 Pentanahan (Grounding)

Sistem pentanahan (*grounding*) adalah sebagian ke tiga pada sistem proteksi petir eksternal dan bertujuan agar mengalirkan arus petir di tanah tidak bahaya terhadap makhluk serta gangguan instalasi dalam struktur yang harus dilindungi. Besar resistansi pentanahan bergantung dari model tanah serta dalamnya elektroda pentanahan di

tanam. Semakin dalam elektroda ditanam maka resistansi pentanahan semakin kecil (Fathudin et al., 2017).

Menurut Saragih et al., (2020) Pentanahan merupakan penanaman satu atau beberapa elektroda dalam tanah dengan metode tersebut agar memiliki resistansi pentanahan yang diinginkan. Elektroda pentanahan disebut dapat dibuatnya kontak secara langsung dengan bumi. Pengantar bumi tanpa di isolasi dan ditanam didalam bumi dijadikan bagian dari elektroda bumi



Gambar 2. 4 Titik pembumian setelah penanaman elektroda

Sumber: (Saragih et al., 2020).

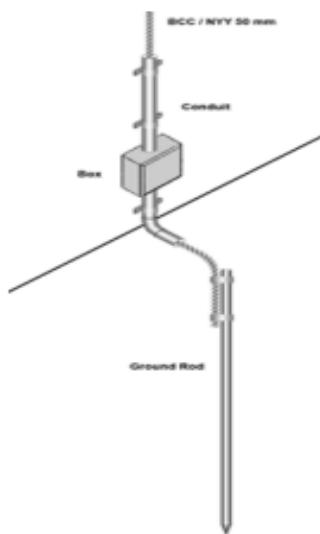
Sebagian bahan elektroda, bisa juga dilakukan tembaga maupun aluminium dan digalvanisasi serta dilapis tembaga panjangnya situasi ditempat tanpa harus dipakai bahan lainnya seperti pada perusahaan kimia.

2.6.3 Bentuk sistem alat pentanahan grounding

Ada beberapa macam sistem pembumian dapat dibuat dalam 3 bentuk yang sering di gunakan pada pemasangan sistem pentanahan (grounding system). Sistem pemasangan ini di gunakan sebagai alternatif untuk memperkecil nilai tahanan pentanahan seperti di bawah ini, di antaranya :

1. Single grounding rod

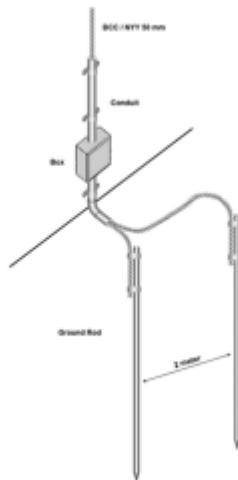
Grounding system yang hanya terdiri atas satu buah titik penancapan batang (rod) pelepas arus atau ground rod di dalam tanah dengan kedalaman tertentu (misalnya 6 meter). Untuk daerah yang memiliki karakteristik tanah yang konduktif, biasanya mudah untuk didapatkan tahanan sebaran tanah di bawah 5 ohm dengan satu buah ground rod.



Gambar 2. 5 Single grounding rod

2. Paralel grounding rod

Jika sistem single grounding rod masih mendapatkan hasil kurang baik (nilaitahanan sebaran >5 ohm), maka perlu ditambahkan ground rod ke dalam tanah yang jarak antar batang minimal 2 meter dan dihubungkan dengan kabel BC/BCC. Penambahan ground rod dapat juga ditanam mendatar dengan kedalaman tertentu,bisa mengelilingi bangunan membentuk cincin atau cakar ayam. Kedua teknik ini bisa diterapkan secara bersamaan dengan acuan tahanan sebaran/resistans kurang dari 5 ohm setelah pengukuran dengan earth ground tester.(Harahap et al., 2021)



Gambar 2. 6 Paralel grounding rod

2.6.4 Aksesoris instalasi penangkal petir

Aksesoris yang dapat dilakukan untuk instalasi penangkal petir konvensional antara lain yaitu konektor. Konektor merupakan peralatan penghubung atau penghantar

serta koneksi finial, *down conductors* dan jalur turun dengan batang pembumian.

Gambar konektor ditunjukkan pada Gambar 5 di bawah ini.



Gambar 2. 7 Konektor

Sumber: (Fathudin et al., 2017)

2.6.5 Metode Rolling Sphere

Metode bola bergulir (Rolling Sphere) sangat baik untuk dipakai pada suatu gedung yang berbentuk rumit. Metode ini seakan-akan berupa sebuah bola yang memiliki radius R yang tergulir diatas tanah dan dapat mengelilingi struktur atau diatas struktur dari berbagai arah sehingga dapat tersambung dengan tanah dan struktur yang terhubung dengan permukaan bumi sehingga dapat berkerja menjadi penghantar. Titik sentuh bola yang tergulir dalam struktur merupakan titik yang bias tersambar petir, kemudian titik tersebut akan terproteksi oleh suatu konduktor terminasi udara. Pada dasarnya seluruh petir yang berjarak R dari ujung penangkapan petir memiliki peluang yang sama untuk menyambar suatu bangunan atau gedung. Besar nilai R terhubung dengan besarnya arus petir yang ditentukan dengan persamaan :

$$R \text{ (m)} = I^{0,75}$$

Dimana R merupakan jari-jari bola bergulir dalam satuan meter dan I yaitu arus petir dalam satuan kiloampere. Ketika terdapat suatu arus petir yang lebih kecil dari nilai I mengenai gedung, maka gedung masih dapat bertahan. Namun apabila arus petir yang lebih besar dari arus tersebut, maka muda untuk tertangkap oleh penangkap petir. model bola bergulir sendiri akan kita lihat bagian gambar 2.3, dimana lokasi perlindungan merupakan penemuan lingkaran dengan bidang datar yang dapat mengenainya.(Messelinus Christian, n.d.)

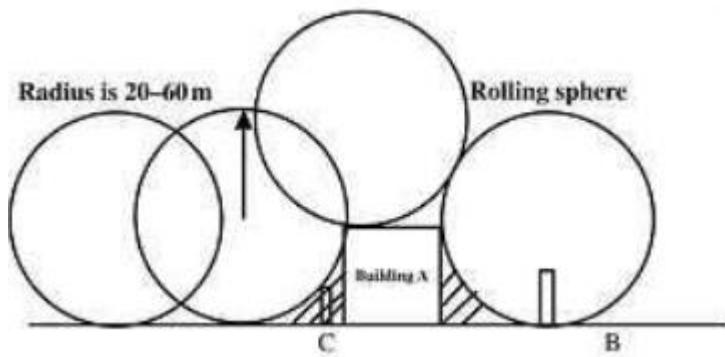
2.7 Konsekuensi kerja system proteksi petir

2.7.1 Beban termal

Beban termal yang dimaksud adalah terjadinya panas pada bagian-bagian yang dialiri arus petir. Pemanasan yang terjadi tersebut tergantung dengan besarnya kuadrat arus impuls.

2.7.2 Beban korosi

Beban korosi yang dimaksud adalah proses elektrokimia karena proses pengosongan muatan awan. Proses elektrokimia yang timbul adalah berupa pelelehan logam di objek sambaran. Ketika proses pengosongan muatan di awan terjadi, tentu akan terjadi aliran muatan listrik di bagian yang tersambar dimana energi yang disalurkan cukup besar dalam mempengaruhi proses pelelehan logam tersebut.



Gambar 2. 8 Zona perlindungan Pada Metode Rolling Sphere

Langkah – langkah yang perlukan dalam menentukan perancangan instalasi penangkal petir yaitu sebagai berikut :

- a. Menentukan tingkat proteksi bangunan

$$R = A + B + C + D + E$$

- b. Menentukan kerapatan sambaran petir ketanah rata-rata tahunan

$$Ng = 0,04 \text{ Td}^{1,26} \text{ sambaran/km}^2/\text{tahun}$$

- c. Menentukan luas area cakupan ekivalen (Ae)

$$Ae = ab + 6h(a+b) + 9\pi h^2$$

- d. Menghitung frekuensi sambaran petir langsung

$$(Nd) Nd = Ng \times Ae \times 10^{-6} / \text{tahun}$$

- e. Menentukan efisiensi SPP

Keterangan :

E = Efisiensi system proteksi petir

N_c = Frekuensi sambaran petir tahunan yang di perbolehkan (10^{-1}).

N_d = Frekuensi sambaran petir

Besarnya yang dibutuhkan pada sebuah gedung akan suatu instalasi proteksi petir menentukan oleh besarnya kemungkinan kerugian serta menimbulkan suatu bahaya yang apabila gedung tersebut tersambar petir.

Besarnya kebutuhan tersebut kita bisa menentukan secara empiris berdasarkan indeks-indeks yang mengatakan aspek – aspek tersebut serta menunjukan pada tabel dibawah ini adalah penjumlahan (R) dari indeks-indeks tersebut.

Tabel 2. 1 Indeks A : Bahaya berdasarkan jenis bangunan

Bangunan biasanya tanpa diamankan serta isi yang ada didalam gedung dan isinya jarang digunakan, gubuk ditengah sawah, tower atau pada metal	-10
Bangunan dan isinya tempat kegiatan sehari hari (rumah stasiun)	0
Gedung beserta isinya sangat penting. Misalnya: tower air, barang-barang berharga serta kantor pemerintah	1
gedung yang berisi banyak orang. (menara air, gedung pemerintah)	2
Instalasi yang berbahaya dan dibutuhkan (rumah sakit, gardu induk dan minyak)	3
Bangunan yang gampang meledak sehingga bisa mengakibatkan bahaya dan tanpa mudah untuk dikendalikan bagi sekitarnya. Misalnya: instalasi nuklir.	5
	15

Tabel 2. 2 indeks B: Bahaya berdasarkan kontruksi bangunan

Kontruksi bangunan	Indeks B
Semua bangunan dibuat dari logam sehingga gampang untuk mengalirkan listrik	0
Bangunan beton bertulang rangka besi beratap logam	1
Bangunan beton bertulang rangka besi dengan beratap bukan logam	2
Bangunan kayu dengan atap bukan logam	3

Tabel 2. 3 indeks C : Bahaya berdasarkan tinggi bangunan

Tinggi bangunan sampai...(m)	Indeks C
6	0
12	2
17	3
25	4
35	5
50	6
70	7
100	8
140	9
200	10

Tabel 2. 4 Indeks D : Bahaya berdasarkan situasi bangunan

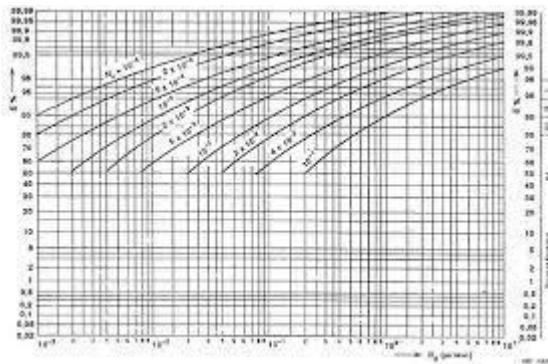
Situasi bangunan	Indeks D
Ditanah datar pada semua ketinggian	0
Dikaki bukit sampai $\frac{3}{4}$ tinggi bukit atau di pegunungan sampai 1000 meter	1
Di puncak pegunungan yang melebihi dari 1000 meter	2

Tabel 2. 5 Indeks E : Bahaya berdasarkan hari guru

Hari guru per tahun	Indeks E
2	0
4	1
8	2
16	3
32	4
64	5
128	6
256	7

Serta melihat suatu kondisi pada tempat dan harus kita cari resikonya yang kemudian dijumlahkan indeks - indeks tersebut yang memperoleh bagian perkiraan

bahaya yang di kumpulkan gedung yang bertingkat dan akan di tempatkan. Di bawah ini merupakan tabel diperkirakan bahaya Sambaran Petir Berdasarkan PUIPP.



Gambar 2. 9 Nilai Kritis Efisiensi Proteksi Petir

Tabel 2. 6 Tingkat proteksi dan Efisiensi system proteksi petir

Tingkat proteksi	Efisiensi
I	0,98
II	0,95
III	0,90
IV	0,80

Sesudah kita ketahui peningkatan proteksi berdasarkan tabel 2.6, kita bisa menentukan sudut proteksi (α°) pada penepatan sebuah terminasi udara, radius bola dan di gunakan, ataupun ukuran jala (konduktor horizontal) sesuai dengan tabel 2.7 dibawah ini:

Tabel 2. 7 Daerah proteksi dan terminasi udara sama dengan tingkat proteksi

Tingkat proteksi	h (m) R (m)	20 α^0	30 α^0	45 α^0	60 α^0	Lebar Jala (m)
I	20	25	*	*	*	5
II	30	35	25	*	*	10
III	45	45	35	25	*	15
IV	60	55	45	35	25	20

Keterangan

h = Tinggi terminal udara dari tanah

α = Sudut lindung

Tabel 2. 8 perkiraan Bahaya Sambaran Petir

R	Perkiraan Bahaya	Pengamnanan
Di bawa 11	Di abaikan	Tidak perlu
Sama dengan 11	Kecil	Tidak perlu
12	Sedang	Dianjurkan
13	Agak besar	Dianjurkan
14	Besar	Sangat Disnjurkan
Lebih dari 14	Sangat besar	Sangat perlu

Kemungkinan dapat di perkirakan bahaya sebab terjadinya sambaran petir (R) adalah

Dimana :

- A : Bahaya berdasarkan jenis bangunan
- B : Bahaya berdasarkan kontruksi bangunan
- C : Bahaya berdasarkan tinggi bangunan
- D : Bahaya berdasarkan situasi bangunan
- E : Bahaya berdasarkan hari guruh yang terjadi

Ketika menurut data-data yang akan dimasukkan di dalam kesamaan di atas, namun seterusnya akan kita ambil kesimpulan tentang perlu atau tidak sistem proteksi petir eksternal digunakan.

R>13.....(2.3)

Menurut SNI, ketika nilai R>13, serta gedung tersebut diperbolehkan digunakan sistem proteksi petir (besarnya indeks akan kita lihat dari lampiran A). Jelas bahwa semakin besar nilai R, semakin besar pula bahaya terhadap kerusakan yang dialami oleh sambaran petir, kemungkinan semakin besar pula yang dibutuhkan gedung tersebut maka ada suatu sistem penangkal petir.

2.7.3 Disipasi Energi Petir

Disipasi energi petir (lightning energy dissipation) adalah elektroda pada logam yang tertanam di dalam tanah, yang fungsinya untuk mengalirkan arus petir ke tanah, bertindak sebagai elektroda batang, strip atau pelat. Tembaga atau baja galvanis digunakan sebagai bahan elektroda dan dilapisi dengan tembaga panjang jika bahan lain perlu digunakan. Bumi sekarang dapat digunakan sebagai tanah netral untuk sistem.

Resistansi pembumian merupakan resistansi terhadap elektroda pembumian, biasa disebut sistem referensi pentanahan. Resistansi arde adalah resistansi elektroda arde dan kabel terminal arde. Resistansi pentanahan total adalah tahanan pentanahan yang dapat diukur pada suatu titik di seluruh sistem pentanahan..

Ada beberapa macam pentanahan ialah sebagai berikut :

1. Pembumian netral system

Dihubungkan di tanah melalui pada sistem yang bekerja normal melalui suatu arus listrik, agar menghambat tegangan lebih beralih selama terjadinya masalah suatu hubung singkat satu fasa ke tanah.

2. Pembumian peralatan

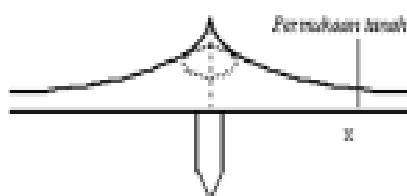
Dihubungkan ke tanah sebagian pada alat yang akan bekerja normal tanpa dilalui suatu arus.

2.8 Elektroda pembumian

2.8.1 Elektroda batang

1. Pembumian satu batang elektroda

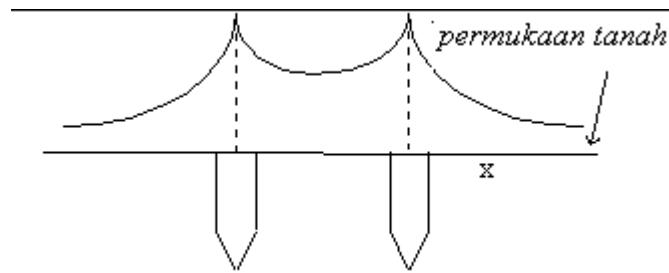
Sistem pentanahan dengan elektroda batang merupakan suatu sistem pentanahan yang digunakan tiang-tiang elektroda dan ditanamkan tegak lurus pada permukaan tanah. Biasanya banyak tiang yang ditanam dalam tanah bergantung pada besarnya resistansi pembumian yang dibutuhkan. Dimana semakin kecil resistansi pembumian yang dibutuhkan maka semakin padat batang konduktor yang ditanam. Tiang-tiang konduktor tersebut terkoneksi antara yang satu dengan yang lainnya.



Gambar 2. 10 Pembumian dengan satu batang elektroda

2. Pembumian dua batang elektroda

Nilai resistansi pentanahan mudah untuk dikecilkan dengan banyaknya elektroda yang ditanam dan dihubungkan paralel.



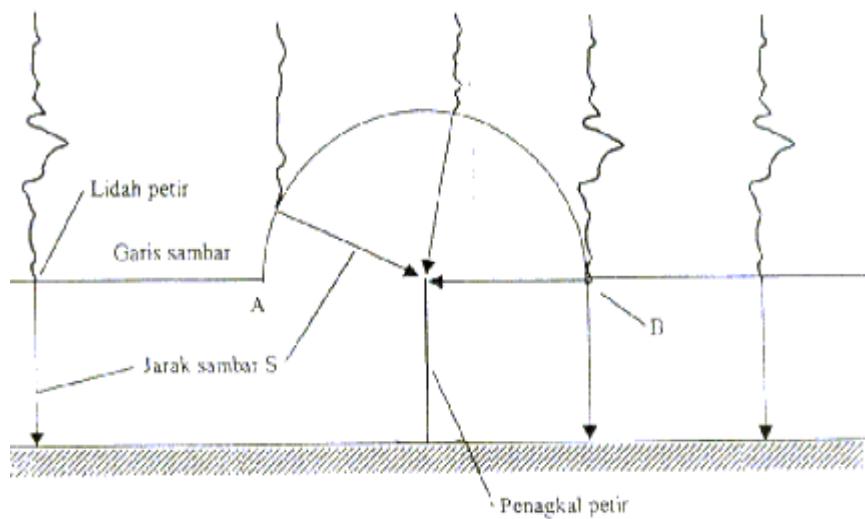
Gambar 2. 11 Pembumian dengan dua batang elektroda

3. Pembumian beberapa batang elektroda (Multiple Rod)

Beberapa batang elektroda (Multiple Rod) yang ditanam tegak lurus ke dalam tanah yaitu dengan metoda pembumian bersama.(Teknologi & Uda, 2020)

2.8.2 Bidang sambar dan garis sambar

Menurut Suryadi, (2017) Interval proteksi pada penangkal petir akan diterangkan sebagai bidang sambar atau garis sambar. Bidang sambar merupakan posisi dudukan titik-titik sambaran ialah titik-titik flare petir sudah melampaui jarak serta suatu benda mirip dengan jarak sambar. Bidang sambar adalah model tiga dimensi dalam kondisi nyata. Yakni beberapa yang akan diperlukan untuk menyederhanakan analisis sehingga digunakan bentuk dua dimensi, adalah garis sambaran yang diperlihatkan pada Gambar 10.



Gambar 2. 12 Garis sambar suatu lidah petir untuk arus petir tertentu

Sumber: (Suryadi & Indorama, 2022)

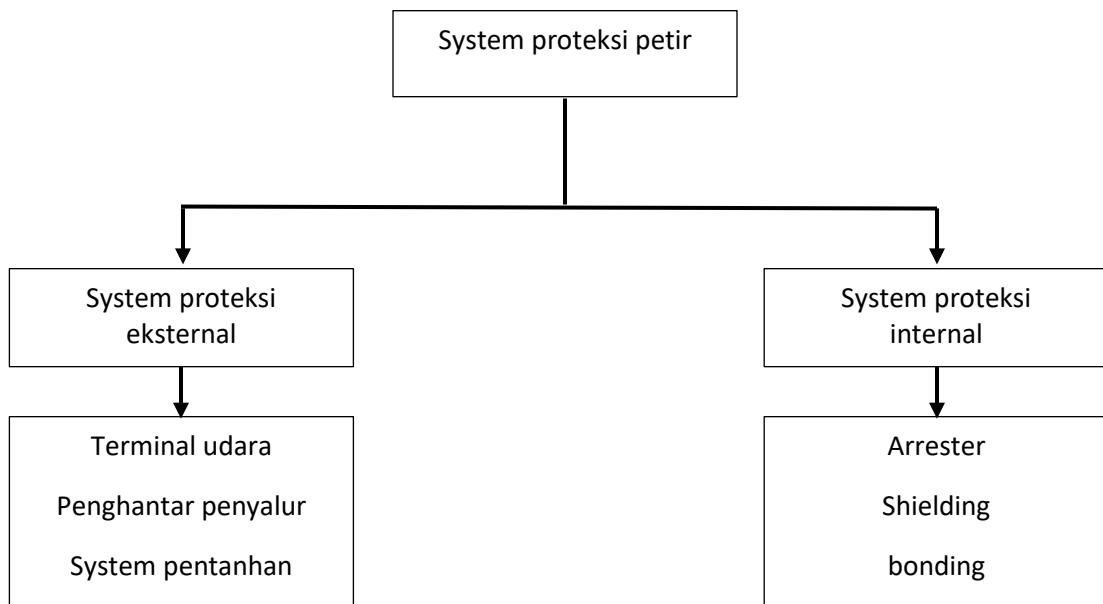
Titik A dan B adalah titik krisis yang artinya semua petir dengan arus I yang akan melewati titik-titik tersebut dapat menyambar kepenangkal petir atau dapat menuju ketanah dengan probabilitas 50%.

BAB III

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini metode yang di gunakan yaitu metode kuantitatif. Metode kuantitatif adalah pemecahan suatu masalah dengan menggunakan angka – angka yang dapat dihitung dari data yang diperoleh.

3.1 Kerangka Konsep Penelitian



Gambar 3. 1 Peta Konsep

3.2 Lokasi dan waktu penelitian

Tempat ataupun lokasi untuk melakukan penelitian ini adalah Gedung Rektorat Universitas Ichsan Gorontalo.

Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian

No	Jenis kegiatan	Waktu penelitian 2023				ket
		Juni	Juli	Agustus	September	
	Studi literature					
	Pengumpulan data					
	Pengukuran resistansi grounding					
	Analisis data					
	Penyusunan laporan					
	Selesai					

3.3 Tahapan alur penelitian

1. Observasi

Melakukan observasi langsung pada lokasi penelitian berguna untuk dapat memgetahui suatu kondisi gedung perkuliahan, tanah, dan komponen proteksi petir.

2. Mempersiapkan peralatan atau bahan

Alat atau bahan yang kita butuhkan yaitu :

- a. Roll Meter/mistar
 - b. Micro meter secrup
 - c. Eart Tester
 - d. Laptop

3. Analisis data

Setelah menelan data yang diperlukan, Anda perlu menganalisis data. Apakah data ini yang Anda inginkan, apakah data ini bisa salah, dll. Menganalisis data yang diumpulkan sangat penting. Jika tidak, kesalahan dapat terjadi. di informasi. Ada beberapa variable yang akan dihitung nilai kemudian dianalisis hasilnya kini di antaranya adalah

1. Menghitung indeks kebutuhan proteksi petir
 2. Menentukan efisiensinya
 3. Kebutuhan air terminasi dan down conductor
 4. Menghitung resistansi grounding
 5. Menghitung nilai R_Nc dan A_Nd

Nc : Frekuensi sambaran petir yang di perbolehkan pada bangunan gedung

Nd : Ffrekuensi sambaran petir langsung yang diperkirakan pada bangunan gedung

Parameter arus petir minimum

Nilai minimum arus petir digunakan dalam menentukan radius dari Rolling Sphere untuk tiap tingkat perlindungan. Ada suatu hubungan antara arus puncak minimum dengan jarak sambaran (dengan kata lain radius Rolling Sphere) dan dapat dinyatakan sebagai :

$$r = 10 \times 10^{0,65}$$

dimana : r = radius Rolling Sphere (m)

I = Arus puncak minimum (KA)

Tabel 3. 2 Jari-jari rolling sphere untuk tiap tingkat perlindungan petir (LPL)

LPL	I	II	III	IV
Minimun Curren (KA)	3	5	10	16
Calculate Radius (m)	20.42	28.46	44.67	60.63
Adopted Radius (m)	20	30	45	60

Hubungan antara tingkat proteksi, efisiensi sistem proteksi eksternal E, Jari-jari Rolling Sphere serta arus tingkat minimum bisa dilihat dari tabel

Tabel 3. 3 Hubungan antara tingkat proteksi, efisiensi sistem proteksi eksternal E, jari-jari Bola Bergulir dan arus puncak minimum sambaran petir.

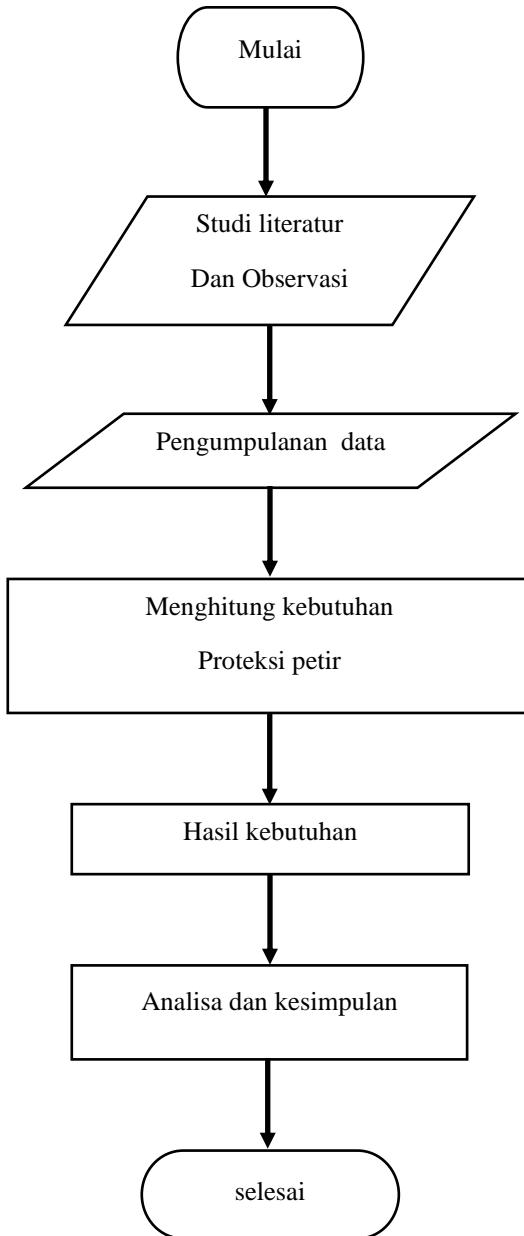
Lightning protection level lpl	Probabilitas for the limit values Of the lightning current parameters		Radius of the rolling sphere (final striking distance h_g) in m	Min. peak value of current I in KA
	< max, values acc, to table 5 IEC 62305-1 (EN 62305-1)	< min, values acc, to Table 6 IEC 62305-1 (EN 62305-1)		
IV	0,84	0,97	60	16
III	0,91	0,97	45	10
II	0,97	0,98	30	5
I	0,99	0,99	20	3

Tabel 3. 4 Lengkungan bola bergulir diatas dua tiang udara atau dua konduktor penghambat udara yang sejajar

Distance between air termination rods [m]	Sag of the rolling sphere [m] (rounded up)			
	Class of LPS rolling sphere radius in meters			
	I (20 m)	II (30 m)	III (45 m)	IV (60 m)
2	0.03	0.02	0.01	0.01
4	0.10	0.07	0.04	0.03
6	0.23	0.15	0.10	0.08
8	0.40	0.27	0.18	0.13
10	0.64	0.42	0.28	0.21
12	0.92	0.61	0.40	0.30
14	1.27	0.83	0.55	0.41
16	1.67	1.09	0.72	0.54
18	2.14	1.38	0.91	0.68
20	2.68	1.72	1.13	0.84
23	3.64	2.29	1.49	1.11
26	4.80	2.96	1.92	1.43
29	6.23	3.74	2.40	1.78
32	8.00	4.62	2.94	2.17
35	10.32	5.63	3.54	2.61

Diantara lain dapat kita gunakan rumus diatas, strategi yang dapat digunakan untuk pengukuran dalamnya penetrasi rolling sphere ialah gunakan tabel berikut. Dalamnya suatu penetrasi rolling sphere dapat kita tentukan dengan jarak jauh dari suatu penghambat udara ke batang yang lain. Dapat digunakan jarak jauh tersebut, dalamnya pentrasinya p (lengkungan) rolling sphere akan terlihat langsung pada tabel, sudah tepat pada jari-jarinya. Kemudian batang penghambat dapat teratur dengan adanya penyesuaian ketinggian struktur dan juga dapat diberikan perlindungan dengan kedalamannya penetrasi.(Ini et al., 2008)

3.4 Flowchart alur penelitian



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi system penangkal petir pada lokasi penelitian

Ketika melakukan turun lapangan agar dapat melihat langsung kondisi sistem proteksi petir dari lokasi penelitian yang dilakukan dari tanggal 20 juni sampai dengan 03 oktober 2023. Keseluruhan gedung perkuliahan program sarjana UNISAN kita melakukan suatu observasi dimulai dari lantai pertama sampai dengan atap bangunan untuk melakukan pengecekan suatu kondisi air termination, down konduktor serta groundng bangunan. Dengan adanya melakukan suatu observasi kami dapat menyimpulkan bahwa ada beberapa hal dari kondisi real sistem proteksi petir dilokasi penelitian yakni :

1. Terdapat 5 buah air termanition yang masih berdiri tegak diatas atap bangunan lokasi penelitian, seperti tampak pada gambar 5 di bawah



Gambar 4. 1 Termination yang terpasang pada atap bangunan perkuliahan program sarjana Terminal udara (batang penangkap petir) masih berdiri tegak pada posisi terpasang dengan dalam kondisi bagus. Batang penangkap petir ini dipasang pada ujung-ujung atap Gedung dengan ketinggian batang 1 meter.

1. Pengecekan down conductor

Tim kami mencoba menelusuri keberadaan down konduktor yang harusnya tersambung mulai dari air termanation sampai ke grounding rod bangunan. Namun setelah penelusuran dilakukan dengan memanjang ke atas plafon salah satu sudut bangunan yang diatasnya tepat terpasang air termanation ternyata down konduktor yang tersambung pada air termanation tidak sampai ke bagian grounding rod (hanya terjuntai sampai plafon).



Gambar 4. 2 Pengecekan down conductor system penangkal petir kampus program sarjana UNISAN

2. Pengecekan bak kontrol

Terdapat satu bak control yang berada disisi kanan bangunan perkuliahan program sarjana namun pada bak control tersebut tidak terdapat elektroda pembumian yang tertancap ditanah.



Gambar 4. 3 Kondisi bak control system gronding bangunan program sarjana UNISAN
Kami telah menyimpulkan bahwa hasil tinjauan pada lokasi penelitian bahwa dari gedung perkuliahan program sarjana Universitas Ichsan Gorontalo tidak ditemukan sistem penangkap petir yang memenuhi standar IEC ataupun PUIPP. Penangkap petir yang dipasang bagian atas atap gedung tersebut tidak dapat kita bilang sebagian dari sistem penangkap petir ketika komponen pertamanya seperti down conductor dengan grounding tidak ada. Serta adanya batang penangkap petir tanpa disertai down conductor dan sistem grounding maka itu dapat menimbulkan suatu bahaya dari

keselamatan gedung serta orang – orang yang berada disekitar ketika terjadinya sambaran petir pada area tersebut sehingga diterimanya suatu penangkap petir tanpa diteruskan di tanah/tanpa direndamnya peluahan muatan elektron ketika mengalirnya dari batang tersebut. Namun muatan yang mengalir dibagian lain yang sifatnya terdapat mengalirkan elektron/arus bahkan sampai dapat terjadinya kerusakan pada batang penangkap petir tersebut.

4.2 Penentuan kebutuhan bangunan terhadap system proteksi

Perlu atau tidak bangunan dilengkapi peralatan/system proteksi petir merunjuk nilai R (indeks bahaya petir) yang di peroleh dari penjumlahan indeks A, B, C, D dan E yang menyatakan factor tertentu berdasarkan tabel 1 sampai 5 PUIPP.

Tabel 4. 1 Indeks A: bahaya berdasarkan jenis bangunan

Kontruksi bangunan	Indeks B
Bangunan biasa yang tidak perlu diamankan baik bangunan maupun isinya.	-10
Bangunan dan isinya jarang digunakan, misalnya ditengah sawah atau ladang, Menara atau tiang dari metal	0
Bangunan yang berisi peralatan sehari-hari atau tempat tinggal, misalnya rumah tinggal, industry kecil atau stasiun kereta api.	1
Bangunan atau isinya cukup penting, misalnya Menara air, took barang-barang berharga, dan kantor pemerintah.	2

Bangunan yang berisi banyak sakali orang, misalnya bioskop, sarana ibadah, sekolah, dan monument Sejarah yang penting.	3
Instalasi gas, minyak atau bensin, dan rumah sakit.	5
Bangunan yang mudah meledak dan dapat menimbulkan bahaya yang tidak terkendali bagi sekitarnya, misalnya instalasi nuklir.	15

Tabel 4. 2 Indeks B: bahaya berdasarkan kontruksi bangunan

Kontruksi bangunan	Indek B
Seluruh bangunan terbuat dari logam dan mudah menyalurkan listrik	0
Bangunan dengan kontruksi beton bertulang atau rangka besi dengan atap logam	1
Bangunan dengan kontruksi beton bertulang. Karena besi dan atap bukan logam	2
Bangunan kayu dengan atap bukan logam	3

Tabel 4. 3 Indeks C: bahaya berdasarkan tinggi bangunan

Penggunaan dan isi	Meter	Indeks C
Sampai dengan	6	0
	12	2
	17	3
	27	4
	35	5
	50	6
	70	7
	100	8
	140	9
	200	10

Tabel 4. 4 Indeks D: Bahaya berdasarkan situasi bangunan

Situasi Bangunan	Indeks D
Di tanah datar pada semua ketinggian	0
Di kaki bukit sampai % tinggi bukit di pegunungan sampai 1000 meter	1
Di puncak gunung atau pegunungan yang lebih dari 1000 meter	2

Tabel 4. 5 Indeks E: Bahaya berdasarkan pengaruh kilat/hari guru

Hari guruh per tahun	Indeks E
2	0
4	1
8	2
16	3
32	4
64	5
125	6
156	7

Dangan memperhatikan keadaan ditempat yang hendak dicari tingkat resikonya dan kemudian menjumlahkan indeks-indeks tersebut diperoleh suatu perkiraan bahaya yang ditanggung bangunan dan tingkat pengamanan yang harus diterapkan berdasarkan pada Tabel 14 di bawah ini.

Tabel 4. 6 Indeks R : Perkiraan Bahaya Sambaran Petir

$R = A + B + C + E$	Perkiraan Bahaya	Pengamanan
Dibawah 11	Diabaiakan	Tidak perlu
11	Kecil	Tidak perlu
12	Sedang	Agak dianjurkan
13	Agak besar	Dianjurkan
14	Besar	Sangat dianjurkan

>14	Sangat besar	Sangat perlu
-----	--------------	--------------

Nilai indeks dari suatu gedung perkuliahan program sarjana Universitas Ichsan Gorontalo berdasarkan pedoman perencanaan penangkal petir adalah sebagai berikut :

1. Berdasarkan tabel 1 gedung perkuliahan program sarjana UNISAN mempunyai indeks A sebesar 3 namun gedung tersebut memiliki banyaknya mahasiswa
2. Berdasarkan tabel 2 gedung perkuliahan program sarjana UNISAN mempunyai indeks B sebesar 2 namun gedung kerangka beton dan kerangka atap dibuat dari kayu
3. Berdasarkan tabel 3 gedung program sarjana UNISAN mempunyai indeks C sebesar 3 namun tinggi suatu gedung 17 meter.
4. Berdasarkan tabel 4 gedung perkuliahan program sarjana UNISAN mempunyai indeks D sebesar 0 namun gedung tersebut ada diatas tanah yang datar.
5. Berdasarkan tabel 5 gedung perkuliahan program sarjana UNISAN mempunyai indeks sebesar 7 namun hari guru di gorontalo peningkatannya 256 per tahun. Dari perkiraan bahaya yang terjadi sambaran petir pada gedung perkuliahan program sarjana UNISAN melalui indeks R yakni :

$$R = A + B + C + D + E$$

$$R = 3 + 2 + 3 + 0 + 7$$

$$R = 15$$

Nilai indeks R sebesar 15 memberikan petunjuk sebenarnya bahaya sambaran petir sangatlah besar sehingga gedung perkuliahan program sarjana Universitas Ichsan Gorontalo sangat membutuhkan kelengkapan dari sistem proteksi petir.

Sesudah diketahui dari suatu gedung yang dapat di lindungi memerlukan sistem proteksi petir untuk cara berikutnya ialah menetukan tingkat kebutuhan proteksi petir berdasarkan IEC 1024-1-1.

4.3 Tingkat kebutuhan proteksi petir pada gedung program sarjana UNISAN.

Proses selanjutnya dapat dilakukan namun mengetahui tingkat kebutuhan proteksi petir pada gedung yang dijadikan objek penelitian ialah mendapat informasi dari kota Gorontalo, data ukuran gedung yang dapat dilindungi, frekuensi sambaran petir per tahun ditempat (Nc). Hari guru rata-rata kota gorontalo sebesar 175,2 per tahunan namun peningkatan sambaran petir rata-rata kota gorontalo sebesar 1010 pada tahun 2021.

Berikut ini hitungan nilai kerapatan sambaran petir berdasarkan persamaan yakni :

$$Ng = 0,04 \cdot Td^{1,25} / km^2 / \text{tahun}$$

$$Ng = 0,04 \cdot 175,2^{1,25} / km^2 / \text{tahun}$$

$$Ng = 25,50 km^2 / \text{tahun}$$

Untuk menghitung besaran Frekuensi sambaran petir langsung rata-rata per tahun (Nd) dari objek gedung terlebih dulu untuk menghitung besaran area cakupan eqivalen (Ae) yakni :

$$Ae = ab + 6h(a+b) + 9\pi h^2$$

$$Ae = 60,6 \times 58,4 + 6 \times 17 (60,6 + 58,4) + 9 \times 3,14 \times 17^2$$

$$Ae = 3539,4 + 102 \times 119 + 8167,14$$

$$Ae = 23844,54$$

Ket :

$$a (\text{panjang bangunan yang akan dilindungi}) = 60,6 \text{ meter}$$

$$b (\text{lebar bangunan yang akan dilindungi}) = 58,4 \text{ meter}$$

$$h (\text{tinggi bangunan yang akan dilindungi}) = 17 \text{ meter}$$

$$\pi (\text{konstanta phi}) = 3,14$$

Sehingga besaran frekuensi sambaran petir langsung rata-rata per tahun (Nd) yakni

$$Nd = Ng \cdot Ae \cdot 10^{-6} / \text{tahun}$$

$$Nd = 25,50 \times 23844,54 \times 10^{-6}$$

$$Nd = 0,6 / \text{tahun}$$

Dari data station Meteorologi dan Geofisika dari area setempat yang memperoleh nilai frekuensi sambaran petir per tahun setempat (Nc) dapat dibolehkan ialah sebesar $10^{-1} / \text{tahun}$ namun kemudian nilai Nd melebihi

besarnya dibanding dengan nilai N_c ($N_d > N_c$) namun nilai efisiensinya (E) yakni.

$$E \geq 1 - (N_c / N_d)$$

$$E \geq 1 - (0,1/0,6)$$

$$E \geq 0,83 \text{ atau } 83\%$$

Pada dasarnya nilai efisiensi dapat kita peroleh sebesar 0,83 namun tingkat proteksi yang dibutuhkan ada pada level III (merujuk pada tabel 3) kemungkinan nilai $80\% < E \leq 90\%$.

4.4 Perencanaan sistem proteksi sambaran Petir Bangunan Perkuliahannya Bangunan Sarjana Universitas Ichsan Gorontalo.

4.4.1 Terminasi Udara

Pada dasarnya model struktur atap gedung perkuliahan program sarjana UNISAN namun bentuknya atap pelana namun metode yang dapat terpakai ialah metode Rolling Sphere. Sistem proteksi tersebut adalah alat yang modelnya bulat yang memberikan perlindungannya dengan model bola bergulir. Dengan metode tersebut yang terpakai untuk melindungi area sekitar sehingga perlindungannya dapat diketahui tingkat proteksi yang akan diketahui. Dari suatu hitungan yang telah dilaksanakan, telah diketahui bahwa tingkat proteksi pada gedung perkuliahan program sarjana UNISAN ada dalam tingkat III.

Tabel 4. 7 Daerah proteksi dengan tingkat proteksi

Tingkt proteksi	H (m)	20	30	45	60
	R (m)	α°	α°	α°	α°
I	20	25	*	*	*
II	30	35	25	*	*
III	45	45	35	25	*
IV	60	55	45	35	25

(sumber : SNI 03-7014 - 2004)

Gedung perkuliahan program sarjana UNISAN mempunyai ketinggian 17 meter yang ada dari tingkat proteksi III namun selanjutnya sudut proteksi yang terpakai 45° . Radius proteksi bisa terhitung pada :

$$\alpha = \frac{r}{h}$$

$$r = \alpha h$$

$$r = \tan 45^\circ \times 17$$

$$r = 1 \times 17$$

$$r = 17 \text{ meter}$$

pilihan bahan dapat dipakai dengan air termination yang menunjukan pada tabel 4.8 dibawah ini

Tabel 4. 8 Dimensi minimum Bahan Sistem Penangkal Petir

Tingkat proteksi	Bahan	Air termination	Down konduktor	Grounding
1 – IV	Cu	35mm ²	16mm ²	50 mm ²
	Al	70 mm ²	25 mm ²	-
	Fe	50 mm ²	50 mm ²	80 mm ²

(sumber : SNI 03-7014-2004)

Pilihan suatu bahan tembaga (Cu) yang luas penampangnya suatu batang penangkal petir (air termination) 35 mm² kemudian panjang suatu penangkal ialah 1,4 meter. Suatu bantang penangkap petir yang dipasang bagian kanan dari suatu bangunan berjumlah 3 buah batang penangkap petir. Dengan adanya tiga buah penangkap yang terpasang telah mencukupi untuk melingkupi bagian sekitar yang akan di proteksi yaitu bangunan bagian kanan. Jumlah batang air termination bagian kiri yang dipasang juga berjumlah 3 buah batang penangkap petir karena telah melingkupi area proteksi. Kemudian bangunan yang berada dibagian tengah tidak terdapat dari area proteksi pada down konduktor yang terpasang dibagian kanan dan kiri bangunan hingga dari gedung yang berada ditengah bangunan perkuliahan harus memerlukan satu batang air termination untuk melindungi area tersebut.

4.4.2 Sistem grounding

Pada dasarnya melakukan observasi langsung di lokasi penelitian bahwasanya tidak di dapati suatu sistem grounding suatu gedung yang terpasang, sehingga

kita dapat melakukan untuk menggali tanah dari salah satu sekitar gedung untuk memasangkan elektroda pembumian yang panjang elektrodanya dapat dipakai 7 meter dan luas penampang 20mm^2 yang dibuat melalui bahan Al. sesudah batang pembumian di pasangkan kita melakukan pengukuran resistansi pembumian yang mana pada 2x percobaan pengekuran dapat kita simpulkan bahwasanya tahanan pembumiannya masih memenuhi standar PUIL yakni < 5 ohm.

Tabel 4. 9 Nilai resistansi grounding bangunan perkuliahan program sarjana UNISAN

Pengukuran ke-1	2,83 ohm
Pengukuran ke-2	3,04 ohm

Ketika merunjuk dari SNI 03-7014.1-2004 mengenai suatu ruang minimum bahan sistem proteksi yang harusnya tiang serta rod grounding dapat dipakai untuk luas penampangnya minimalnya 55mm^2 . Dalamnya pemasangan rod di tanah tergantung model tanah dari keberadaan lokasinya. Pastinya makin kecil nilainya maka makin bagus untuk kemungkinan nilai tahanannya pada grounding untuk pendekatan 0 namun kemungkinan telah memenuhi standarnya.

4.4.3 Down conductor

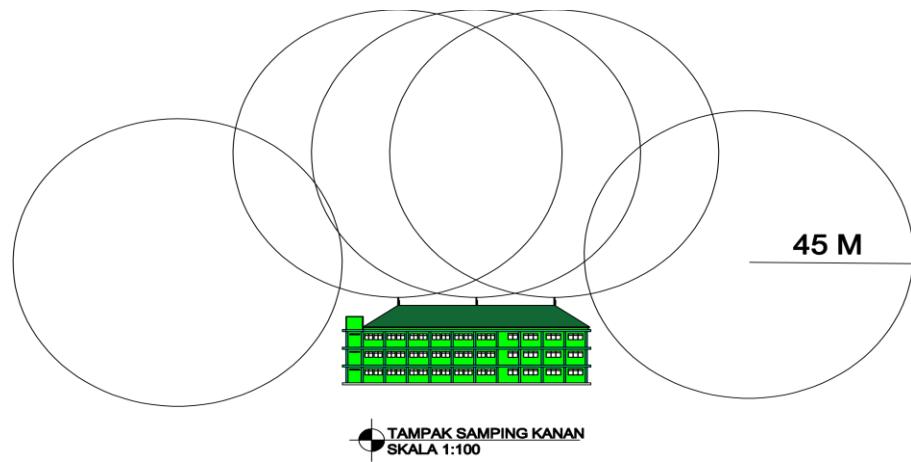
Down conductor adalah suatu penghantar dan fungsinya untuk mengalirkan arus listrik melalui petir kemudian ditangkap oleh air termination untuk di alirkan pada sistem pembumian. Karena arus petir sangat besar maka dari itu down konduktor yang terpakai pada sistem

penangkal petir harus memenuhi standar nasional indonesia 03-7014.1-2004 sehingga tanpa menimbulkan kerusakan. Bahan terbaik dapat kita pakai yang dibuat dari tembaga (Cu) atau yang boleh dipakai yaitu kabel BC (Bare Conduktor) ukurannya minimal 16 mm². Dapat meminimalisir dampaknya induksi elektromagnetik akan timbul disaat terjadinya sambaran petir, alangkah baiknya *down conductor* harus diberikan jarak setidaknya 0.1 meter terhadap dinding atau tiang penyangga.

4.5 Penentuan metode rolling sphere (perencanaan)

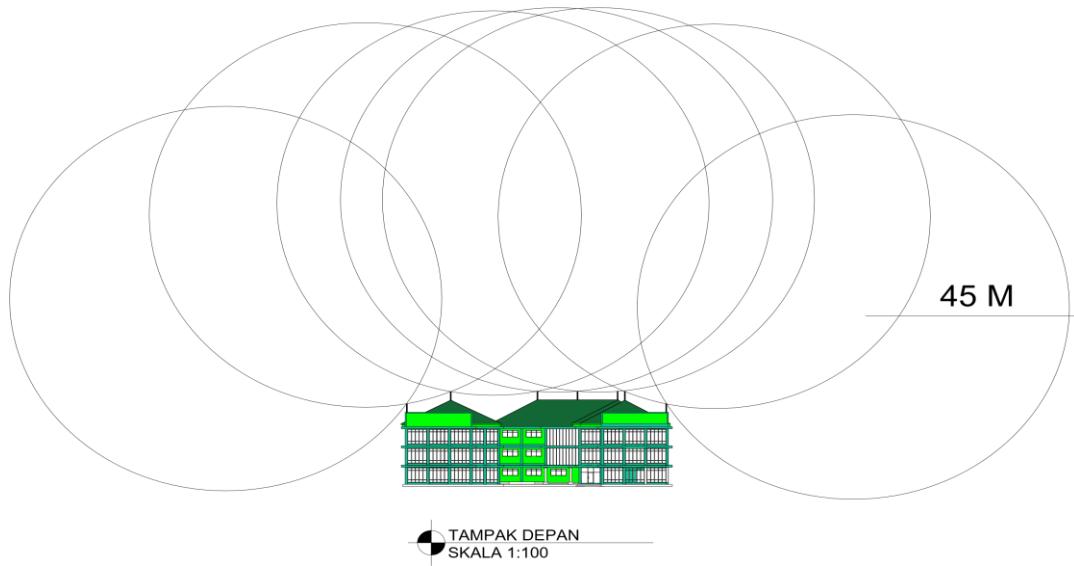
Pada dasarnya untuk menentukan tingkat proteksi pada gedung program sarjana perkuliahan dapat kita tentukan radius bola pada metode bola bergulir. Serta nantinya bola dapat digulirkan disekeliling bagian gedung.

Dalam studi kasus ini dapat diperlihatkan penerapan metode rolling sphere terhadap beberapa air termination, dapat kita lihat pada gambar tersebut :



Gambar 4. 4 Metode bola bergulir pada gedung program sarjana perkuliahan (Tampak samping kanan)

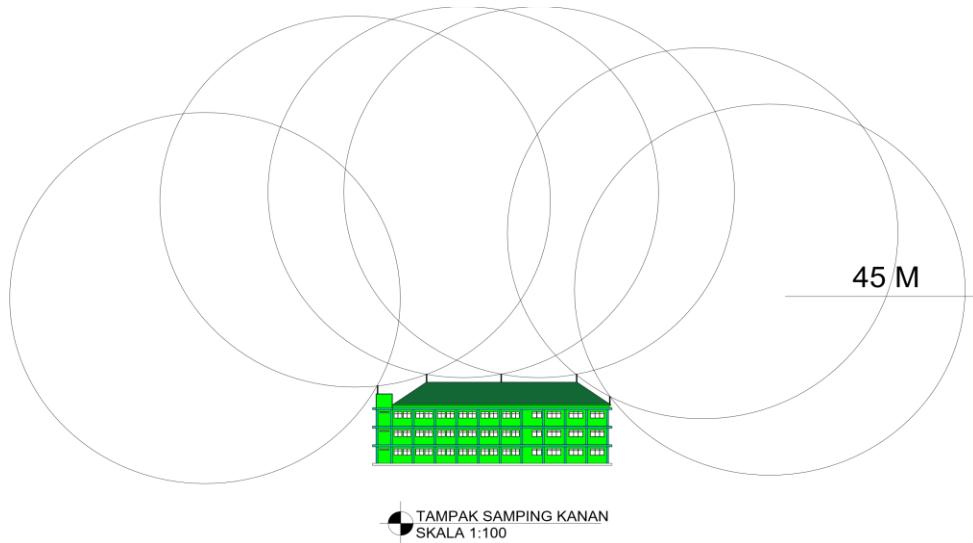
Dengan pemasangan metode rolling sphere pada Gedung program sarjana perkuliahan dapat kita lihat dengan 3 buah finial yang dipasang masih dapat mengenai atas gedung bagian sayap kanan dan sayap kiriri, berarti gedung masih memerlukan perlindungan. Dengan pemasangan suatu finial dengan ketinggian yang diperlukan minimal 0,10 m, dimana ketinggian finial yang dipasang adalah 2 m, namun demikian tinggi finial tersebut belum cukup untuk melindungi Gedung tersebut.



Gambar 4. 5 Metode bola bergulir pada gedung program sarjana perkuliahan (Tampak depan)

Berdasarkan pemasangan suatu metode bola bergulir (rolling sphere) ini dapat kita lihat dari beberapa air termination yang terpasang bola bergulir sudah tidak dapat mengenai suatu gedung tersebut, berarti gedung sudah terlindung dengan efektif. Dapat kita bandingkan untuk pemasangan standar tiang finialnya kemungkinan ada beberapa bagian atap gedung yang masih tersentuh, sehingga menunjukkan bahwa gedung tersebut masih membutuhkan beberapa tambahan sistem terminasi udara.

**4.6 Saran untuk perbaikan sistem perlindungan petir eksternal pada gedung
program sarjana universitas ichsan Gorontalo**



Gambar 4.6 Metode bola bergulir pada gedung program sarjana perkuliahan
(Tampak samping kanan)

Sedangkan untuk perbaikannya sistem perlindungan petir eksternal ini kita tidak perlu untuk melakukan gantinya tiang finial yang telah ada, karena tersedianya finial kita dapat melakukan suatu penambahan tiang finial bagian samping atap gedung dengan jarak 6 meter. Sehingga lengkungannya berubah jadi 0,10 untuk 2 finial dengan jarak 6 meter dengan 0,28 menentukan jaraknya 10 meter. Maka untuk tiang finial yang sudah terpasang adalah 2 meter, yakni lengkingan tersebut sudah tercakupi.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil evaluasi yang kita lakukan, dapat kita ambil ada beberapa suatu kesimpulan yaitu :

1. Metode rolling sphere sebagai metode yang dapat kita gunakan untuk melakukan suatu perlindungan untuk mengevaluasi suatu sistem penangkal petir eksternal, yang paling utama penempatan suatu tiang finial, dapat dilakukan dari semua jenis rancangan suatu gedung yakni lebih dibutuhkan untuk bangunan yang rumit.
2. Tingkat kebutuhan sistem proteksi petir berada pada bagian gedung serta melakukan peneliti ada pada bagian tingkat III.
3. Dari hasil evaluasi sistem penangkal petir dapat kita gunakan suatu metode bola bergulir dan memberikan suatu perlindungan pada gedung program sarjana perkuliahan, kemudian gedung tersebut dapat kita lihat bagian atap gedung masih sangat rawan ketika terjadinya sambaran petir.
4. Gedung program sarjana perkuliahan tersebut masih memerlukan suatu perubahan sistem air termination agar memberikan suatu perlindungan yang baik dengan adanya suatu penambahan air termination pada gedung tersebut.

5.2 Saran

Penelitian ini yang seharusnya alangkah baiknya harus mengenai keseluruhan suatu bangunan yang berada pada kawasan Universitas Ichsan Gorontalo.

DAFTAR PUSTAKA

ANALISIS SISTEM PENANGKAL PETIR PADA BTS DI PT. DAYAMITRA

TELEKOMUNIKASI (MITRATEL). (n.d.).

Fathudin, A., Tua, S. M., & Gunawan, H. (2017). Evaluasi Sistem Penangkal Petir Di Gedung Radiometalurgi. *Jurnal Hasil-Hasil Penelitian EBN*, 2(1), 247–258.

Harahap, P. A., Tharo, Z., & Darma Tarigan, A. (2021). Analisa Perbandingan Sistem Pentanahan (Grounding) Pada Power House dan Gedung Perkantoran (Studi Kasus PLTA SEI WAMPU I). *Kumpulan Karya Ilmiah Mahasiswa Fakultas Sains Dan Teknologi*, 1(1), 201.

Ini, S., Untuk, D., Sebagian, M., Menjadi, P., Teknik, S., Elektro, D. T., Teknik, F., & Indonesia, U. (2008). *Pada Gedung Bertingkat Dengan Metode Bola Bergulir , Sudut Perlindungan Dan.*

Messelinus Christian, D. (n.d.). *EVALUASI SISTEM PROTEKSI PETIR EKSTERNAL PADA PABRIK PT PUPUK SRIWIJAYA.*

Nawir, H., Djalal, M. R., & Sonong, S. (2018). Rancang Bangun Sistem Pentanahan Penangkal Petir Pada Tanah Basah dan Tanah Kering pada Laboratorium Teknik Konversi Energi. *JEEE-U (Journal of Electrical and Electronic Engineering-UMSIDA)*, 2(2), 1–39. <https://doi.org/10.21070/jeee-u.v2i2.1581>

Rohani, R. (2017). Evaluasi Sistem Penangkal Petir Eksternal Di Gedung Rektorat

Universitas Negeri Yogyakarta. *Jurnal Edukasi Elektro*, 1(2), 187–195.

<https://doi.org/10.21831/jee.v1i2.17423>

Saragih, B., Purba, J. M. S., & Lukita, J. (2020). Sistem Penangkal Petir Pada

Gedung Kemang Gallery Medan. *Jurnal Teknik Elektro*, 9(1), 44–61.

Suryadi, A. (2017). PERANCANGAN INSTALASI PENANGKAL PETIR

EKSTERNAL POLITEKNIK ENGINERING INDORAMA. *SINERGI*, 21(3),

219. <https://doi.org/10.22441/sinergi.2017.3.009>

Suryadi, A., & Indorama, P. E. (2022). *Rancangan instalasi penangkal petir sebagai*

trainer pemelajaran sistem proteksi. 1(1), 43–50.

Teknologi, J., & Uda, E. (2020). SISTEM PENANGKAL PETIR PADA GEDUNG

KEMANG GALLERY MEDAN. In *Jurnal Teknik Elektro* (Vol. 9, Issue 1).



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ICHSAN GORONTALO
FAKULTAS TEKNIK**

SK MENDIKNAS NOMOR 84/D/O/2001
JL. Ahmad Nadjamuddin No. 17, Telp. (0435) 829975 Fax. (0435) 829976 Gorontalo.

**SURAT REKOMENDASI BEBAS PLAGIASI
No. 055/FT-UIG/XI/2023**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Evi Sunarti Antu. ST.,MT
NIDN : 0929128303
Jabatan : Wakil Dekan I/Tim Verifikasi Fakultas Teknik

Dengan ini menerangkan bahwa :

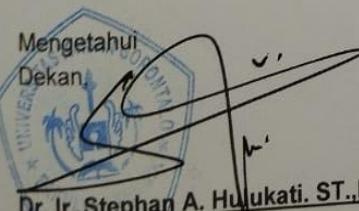
Nama Mahasiswa : Lutfi Purwansyah
NIM : T21.19.002
Program Studi : Elektro
Fakultas : Teknik
Judul Skripsi : Evaluasi Sistem Penangkal Petir Eksternal Pada Gedung Program Sarjana Universitas Ichsan Gorontalo.

Sesuai hasil pengecekan tingkat kemiripan skripsi melalui aplikasi **Turnitin** untuk judul skripsi di atas diperoleh hasil *Similarity* sebesar **11%**, berdasarkan Peraturan Rektor No. 32 Tahun 2019 tentang Pendekripsi Plagiat pada Setiap Karya Ilmiah di Lingkungan Universitas Ichsan Gorontalo dan persyaratan pemberian surat rekomendasi verifikasi calon wisudawan dari LLDIKTI Wil. XVI, bahwa batas kemiripan skripsi maksimal 30%, untuk itu skripsi tersebut di atas dinyatakan **BEBAS PLAGIASI** dan layak untuk diujangkan.

Demikian surat rekomendasi ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Gorontalo, 13 November 2023

Tim Verifikasi,


Dr. Ir. Stephan A. Hulukati. ST.,MT.,M.Kom
NIDN. 0917118701


Evi Sunarti Antu. ST.,MT
NIDN. 0929128303

Terlampir :
Hasil Pengecekan Turnitin



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ICHSAN GORONTALO
LEMBAGA PENELITIAN**

Kampus Unisan Gorontalo Lt.3 - Jln. Ahmad Nadjamuddin No. 17 Kota Gorontalo
Telp: (0435) 8724466, 829975 E-Mail: lembagapenelitian@unisan.ac.id

Nomor : 4528/PIP/LEMLIT-UNISAN/GTO/II/2023

Lampiran : -

Hal : Permohonan Izin Penelitian

Kepada Yth,

Kepala Bagian Umum Universitas Ichsan Gorontalo

di,-

Tempat

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dr. Rahmisyari, ST.,SE.,MM

NIDN : 0929117202

Jabatan : Ketua Lembaga Penelitian

Meminta kesediannya untuk memberikan izin pengambilan data dalam rangka penyusunan **Proposal / Skripsi**, kepada :

Nama Mahasiswa : Lutfi Purwansyah

NIM : T2119002

Fakultas : Fakultas Teknik

Program Studi : Teknik Elektro

Lokasi Penelitian : GEDUNG PROGRAM SARJANA UNIVERSITAS ICHSAN GORONTALO

Judul Penelitian : EVALUASI SISTEM PENANGKAL PETIR EKSTERNAL
PADA GEDUNG PROGRAM SARJANA UNIVERSITAS ICHSAN GORONTALO

Atas kebijakan dan kerja samanya diucapkan banyak terima kasih.

Gorontalo, 04 Februari 2023

Ketua,


Dr. Rahmisyari, ST.,SE.,MM

NIDN 0929117202

+



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN RI

UNIVERSITAS IHSAN GORONTALO

LABORATORIUM TEKNIK ELEKTRO

Terakreditasi BAN-PT (B) No. 1538/SK/BAN-PT/Akred/SV/2017

JL. Prof. Ahmad Najamuddin No. 10 Telp. (0435) 829975 Fax. (0435) 829976 Gorontalo

Website: www.unisan.ac.id

SURAT KETERANGAN BEBAS LABORATORIUM

Nomor: 0055/FT-UIG/TE/LAB/X/2023

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Ir. Steven Humena, ST., MT**

NIDN : 0907118903

Jabatan : Kepala Laboratorium Teknik Elektro

Menerangkan bahwa Mahasiswa (i) di bawah ini;

Nama Mahasiswa : **Lutfi Purwansyah**

NIM : T2119002

Program Studi : Teknik Elektro

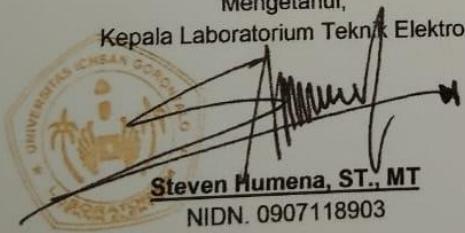
Yang bersangkutan telah dinyatakan bebas dari sangkutan penggunaan seluruh peralatan laboratorium yang ada di Program Studi Teknik Elektro. Apabila dikemudian hari yang bersangkutan didapatkan telah menyalahgunakan peralatan laboratorium maka surat ini dapat kami batalkan dan dapat ditarik kembali. Segala biaya yang dikeluarkan dalam surat ini ditanggung sepenuhnya oleh mahasiswa yang tercantum namanya dalam surat ini.

Demikian surat ini dipergunakan seperlunya dalam lingkungan Universitas Ihsan Gorontalo.

Gorontalo, 30 Oktober 2023

Mengetahui,

Kepala Laboratorium Teknik Elektro



Steven Humena, ST., MT
NIDN. 0907118903

Tembusan:

1. Ketua Prodi Teknik Elektro
2. Arsip

RIWAYAT HIDUP

Nama lengkap : Lutfi Purwansyah
Tempat/Tanggal Lahir : Panapat 15 Februari 2000
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Agama : Islam
Jurusan : Teknik Elektro
Angkatan : 2019
Status : Mahasiswa

