

PEMILIHAN JENIS PENANGKAL PETIR UNTUK MENGAMANKAN AREA GEDUNG BESERTA PERALATAN PADA PERUMAHAN NUSA DUA HIGHLAND

Kharis Biantoro¹, I Wayan Arta Wijaya², I Gusti Ngurah Janardana³
Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana Denpasar – Bali
Email : kharis_biantor@yahoo.com¹, artawijaya@unud.ac.id²,
janardana@ee.unud.ac.id³

Abstrak

Pemilihan jenis penangkal petir pada perumahan Nusa Dua *Highland* bertujuan untuk mengamankan area perumahan dari sambaran petir, karena perumahan belum terproteksi oleh sistem penangkal petir dan komponen sistem pembumian yang sangat sulit karena memiliki jenis tanah berbatu. Rata – rata jumlah sambaran petir per tahun dengan nilai kerapatan 31 per - km² serta kepadatan penduduk, penggunaan lahan untuk rumah dan bangunan memiliki tingkat kerentanan yang sangat tinggi, sehingga diperlukan penangkal petir untuk mengamankan area perumahan Nusa Dua *Highland*. Penangkal petir yang akan digunakan adalah penangkal petir Konvensional atau *Evo Franklin* (E.F). Pemilihan jenis penangkal petir dilakukan dengan menganalisis teknis dan ekonomis. Hasil yang dicapai dalam penelitian ini adalah jenis penangkal petir yang sesuai untuk perumahan Nusa Dua *Highland* adalah penangkal petir E.F dengan sistem pembumian plat. Karena dari analisis teknis 1 buah penangkal petir E.F mampu memproteksi seluruh area perumahan dengan luas proteksi 37.994 m² dari luas perumahan yang dimiliki 22.644 m² sedangkan 1 buah penangkal petir konvensional hanya mampu memproteksi 1 rumah dari total 147 unit rumah yang ada. Dilihat dari segi ekonomis biaya pemasangan penangkal petir E.F jauh lebih murah dengan biaya sebesar Rp. 104.450.000. Penangkal petir konvensional memerlukan biaya sebesar Rp. 14.390.000 untuk 1 unit rumah dan untuk memproteksi seluruh perumahan dengan menggunakan penangkal petir konvensional dibutuhkan 147 penangkal petir dengan biaya sebesar Rp.2.115.390.000.

Kata Kunci: Penangkal Petir, *Evo Franklin Lightning System*, Analisis Teknis, Analisis Ekonomis, Sistem Pembumian.

Abstract

The selection of lightning rods in the Nusa Dua Highland housing estate aims to secure the housing area from lightning strikes, because the housing has not been protected by lightning rods and earthing system components which are very difficult because they have rocky soil types. The average number of lightning strikes per year with a density value of 31 per km² and population density, land use for houses and buildings have a very high level of vulnerability, so lightning rods are needed to secure the Nusa Dua Highland residential area. Lightning rods to be used are conventional lightning rods or Evo Franklin (E.F). The selection of the type of lightning rod is done by analyzing technical and economical. The results achieved in this study are the type of lightning rod suitable for housing Nusa Dua Highland is the E.F lightning rod with an earthing system. Because from technical analysis, 1 E.F lightning rod is able to protect the entire residential area with 37,994 m² of protection area from the 22,444 m² housing area, while 1 conventional lightning rod is only able to protect 1 house from a total of 147 housing units. In terms of economical cost of installing E.F lightning rods is much cheaper at a cost of Rp. 104,450,000. Conventional lightning rods cost Rp. 14,390,000 for 1 housing unit and to protect the entire housing using conventional lightning rods needed 147 lightning rods at a cost of Rp. 2,115,390,000.

Keywords: Lightning Protection, Evo Franklin Lightning System, Technical Analysis, Economic Analysis, Earthing System.

1. PENDAHULUAN

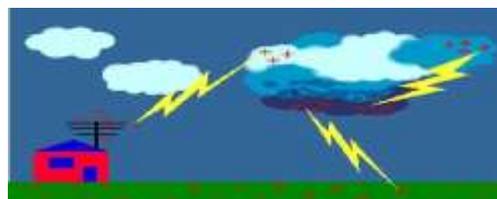
Petir merupakan kejadian alam yang terjadi akibat loncatan muatan listrik antara awan dan bumi. Petir terjadi akibat awan dengan muatan tertentu menginduksi muatan di bumi. Pada saat itulah terjadi sambaran yang disebut dengan petir. Sambaran petir langsung dapat menyebabkan kerusakan pada bangunan dan juga peralatan elektronik yang ada di dalam bangunan bahkan dapat menyebabkan kebakaran serta korban jiwa. Rata – rata jumlah sambaran petir pertahun dengan nilai kerapatan 31 per - km² serta kepadatan penduduk, penggunaan lahan untuk rumah dan bangunan memiliki tingkat kerentanan yang sangat tinggi [1], agar resiko sambaran petir tidak berbahaya maka di perlukan sistem proteksi.

Berdasarkan Rata – rata jumlah sambaran petir pertahun dengan nilai kerapatan 31 per-km² perumahan Nusa Dua Highland memiliki tingkat kerentanan sambaran petir yang sangat tinggi . Untuk mencegah resiko akibat sambaran petir dirancang sistem penangkal petir guna mengamankan bangunan dan juga peralatan yang ada didalam bangunan. Berdasarkan masalah diatas, maka dianalisis untuk menentukan pemilihan jenis penangkal petir yang sesuai area perumahan untuk mengamankan bangunan beserta peralatan yang ada pada perumahan Nusa Dua Highland. Salah satu komponen penangkal petir adalah sistem pembumian menggunakan pembumian tipe plat, karena sistem pembumian tipe plat sangat sesuai pada tanah berbatu [2] .

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Proses Terjadinya Petir

Petir terjadi adanya ion bebas bermuatan yang berkumpul menghasilkan ion listrik dan beda potensial sehingga menyambar dan menghasilkan bunyi [3] .



Gambar 1. Proses Ionisasi

2.2 Pengertian Petir

Petir adalah gejala alam yang biasa terjadi akibat kilatan cahaya yang terjadi pada musim hujan.. Petir terjadi akibat proses pelepasan muatan listrik yang terjadi di atmosfer [4].

2.3 Dampak Sambaran Petir

Kerusakan yang diakibatkan sambaran petir dapat berdampak terhadap manusia, bangunan, instalasi listrik dan elektronik baik sambaran langsung dan sambaran tidak langsung [4].

2.4 Bentuk Gelombang Arus Petir

Bentuk gelombang arus petir ini menggambarkan besar arus, Okecuraman (kenaikan arus), serta lamanya kejadian (durasi gelombang), dinyatakan oleh waktu ekor. Pada kenyataannya, bentuk gelombang arus petir tidak sama persis antara satu dengan yang lainnya [3] .

2.5 Arus Puncak

Parameter arus puncak ini menentukan jatuh tegangan resistif pada tahanan pentanahan dan tahanan peralatan yang terkena sambaran. arus puncak ini menentukan jarak sambaran petir (*striking distance*), yang diekspresikan dengan persamaan 1 [3] :

$$r = 0.8 \times I_{max}^{0.65} \quad (1)$$

Keterangan :

r : Tahanan Pentanahan (Ω)

I_{max} : Arus Maksimum (kA)

2.6 Sistem Konduktor

Sistem konduktor merupakan salah satu sistem dari proteksi petir eksternal yang berfungsi sebagai penyalur arus petir (*down* konduktor) yang diterima dari terminasi udara menuju elektroda bumi. Pada sistem konduktor luas penghantar arus petir menuju sistem terminasi bumi dihitung berdasarkan persamaan sebagai berikut [6] :

$$A = I \frac{\sqrt{8.5 \times 10^{-6} S}}{\log(10) \times (\frac{T}{274} + 1)} \quad (5)$$

keterangan :

A = Luas penampang penghantar (mm^2)

I = Arus petir maksimum (kA)

S = Arus gangguan berlangsung (detik)

T = Temperature konduktor yang diizinkan

2.7 Sistem Pembumian Plat

Sistem pembumian yang menggunakan elektroda pelat logam yang dipasang lurus di dalam tanah [7] :

$$Rp = \frac{\rho}{4\pi L} [1 + 1.84 \frac{b}{t}] \quad (6)$$

Keterangan :

Rp : Tahanan pembumian pelat (Ω)

ρ : Tahanan Jenis Tanah (Ω - meter)

t : Tahanan kedalaman pelat

b : Lebar elektroda pelat

L : Panjang elektroda pelat

2.8 Penangkal Petir Konvensional

1. Franklin Rod

Penangkal petir yang menggunakan 1 tombak sebagai penghantarnya dan digunakan pada atap lancip [8] .

2. Faraday Cage

Penangkal petir yang menggunakan lebih dari satu rod dan dibuat menyerupai sangkar burung. [8] .

2.9 Evo Franklin Lighting Protection System

Penangkal petir modern yang cara kerjanya menembakkan molekul ion dan memiliki radius jangkauan yang sangat tinggi. [9].

3. METODE PENELITIAN

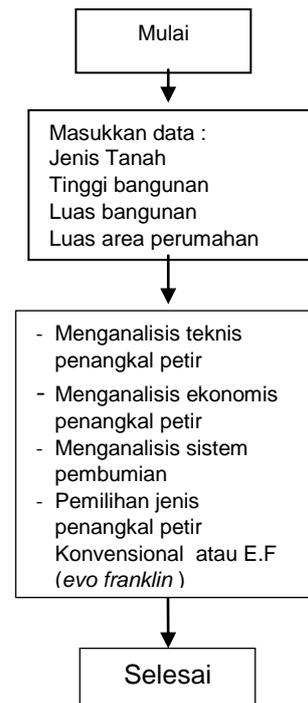
Analisis penelitian ini dilakukan dalam

beberapa tahapan sebagai berikut :

1. Pengumpulan data – data yang diperlukan pada penelitian berupa tinggi bangunan, nilai resistansi tanah pada lokasi yang akan di pasang sistem pentanahan penangkal petir, analisis perancangan penangkal petir konvensional di hitung menggunakan sudut $45^\circ - 60^\circ$ Penangkal petir E.F menggunakan radius jangkauan yang dianalisis.
2. Data dari hasil survey dilapangan akan digunakan untuk penghitungan dan analisis perancangan sistem pentanahan penangkal petir yang sesuai dan optimal pada bangunan.
3. Meganalisis teknis dan analisis ekonomis penangkal petir Konvensional dan Evo Franklin.

3.1. Alur Analisis Flowchart

Alur analisis (*flowchart*) yang akan di gunakan dalam penelitian ini seperti gambar berikut :



Gambar 2. Alur Flow Chart

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengukuran Tahanan Tanah

Hasil pengukuran tahanan tanah yang di dapat pada kawasan perumahan Nusa Dua Highland adalah 2.03Ω . Dapat dilihat pada

Tabel 1 :

Tabel 1. Hasil Pengukuran Tahanan Tanah

No	Hari (tanggal)	Pukul (waktu)	R (Ω)	a (meter)	$\rho \times (2\pi \times a \times R)$ (Ω-meter)
1	Minggu (10-03-2019)	09.00	2,05	20	255,097
2	Senin (10-6-2019)	11.00	2,05	20	255,097

4.2 Analisis Teknis Penangkal Petir Konvensional

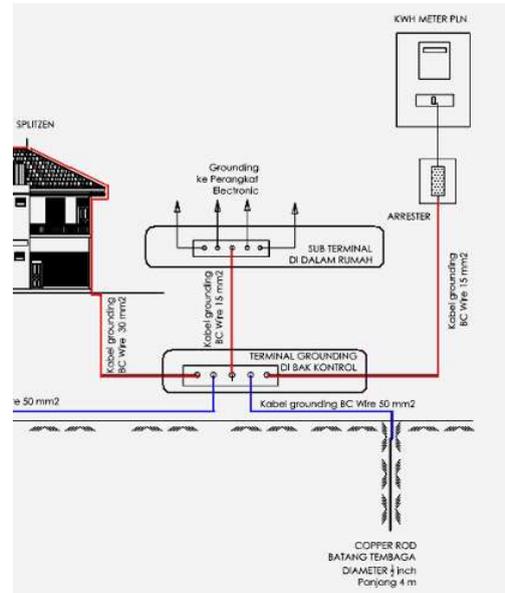
Sistem proteksi penangkal petir konvensional yang dianalisis menggunakan sistem franklin rod di karenakan bentuk atap bangunan yang lancip sehingga sistem ini yang sangat memungkinkan digunakan pada bangunan perumahan nusa dua highland. Bangunan perumahan memiliki tinggi bangunan 15 meter dengan tinggi tiang penangkap yang akan digunakan pada area perumahan yaitu 2 meter dari puncak tertinggi bangunan sudut yang digunakan adalah 45°



Gambar 3. Sudut Proteksi Penangkal Petir Konvensional

Luas arus penghantar yang akan digunakan menggunakan kawat tembaga bcc 50 mm yang akan disalurkan menuju terminal pembumian pada bak kontrol ukuran 40 cm x 40cm x 40cm. Panjang kawat tembaga yang diperlukan 21 meter dari tiang penangkap

petir.



Gambar 4. Teknis Pemasangan Penangkal Petir Konvensional

4.3 Analisis Teknis Penangkal Petir Evo Franklin

Sistem penangkal petir E.F memiliki radius proteksi tergantung pada ketinggian maksimum penyalur petir terpasang.

E.F Lightning Terminal nantinya akan dipasang dengan tinggi maksimum 20 meter. Untuk radius proteksinya 110 m , maka luas daerah proteksinya adalah :

$$Ax = \pi \times rs^2$$

$$Ax = \pi \times 110^2$$

$$Ax = 3,14 \times 12.100$$

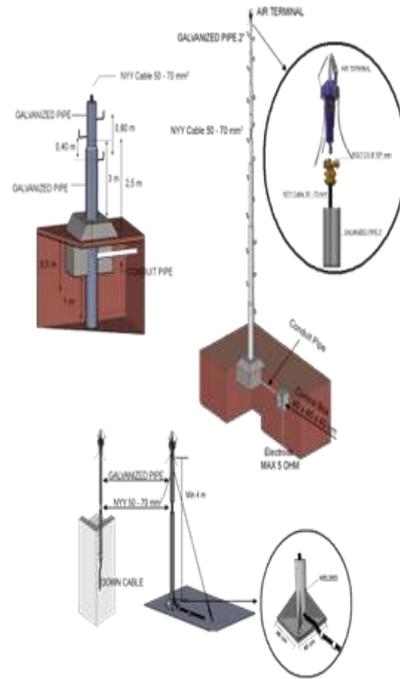
$$Ax = 37.994 \text{ m}^2$$

Dari hasil analisis pada persamaan diatas maka 1 penangkal petir E.F dengan ketinggian 20 meter dapat memproteksi seluruh area perumahan dengan area radius proteksi terjauh yaitu 104 m. Radius proteksi pengkal petir Evo Franklin dapat dilihat pada gambar berikut :



Jarak 78 m

Gambar 5. Radius Proteksi Penangkal Petir Evo Franklin Radius 78 meter



Gambar 7. Teknis Pemasangan Penangkal Petir Evo Franklin



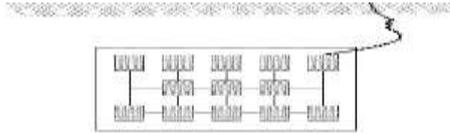
Jarak 104 m

Gambar 6. Radius Proteksi Penangkal Petir Evo Franklin Radius Terjauh 104 Meter

Penghantar yang akan digunakan nan tinyamenggunakan kabel berjenis coaxial. Kabel yang digunakan berukuran $2 \times 35 \text{ mm}^2$. Panjang kabel yang diperlukan 25 meter dari head terminal sampai ke terminal pembumian.

4.4 Pemasangan Sistem Pembumian Pada Penangkal Petir

P	Panjang plat (meter)	Lebar plat (meter)	Kedalaman Pembumian (meter)	Rplat (Ω)	Banyak plat	Rparalel (Ω)
255,097	2	1	2	59,72	13	4,594



Gambar 8. Pemasangan Sistem Pembumian Tipe Pelat

4.5 Analisis Ekonomis Penangkal Petir Konvensional dan Evo Franklin

Analisis ekonomis penangkal petir konvensional dapat dilihat pada tabel 3 dan untuk analisis ekonomis pada jenis penangkal petir Evo Franklin atau E.F dapat dilihat pada tabel 4. Pada tabel tersebut menunjukkan bahwa penangkal petir Evo Franklin jauh lebih ekonomis di dibandingkan dengan penangkal petir konvensional .

Tabel 3. Hasil Analisis Ekonomis Penangkal Petir Konvensional

No	Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah
1	Head Spitzer 1"	1	Buah	Rp 350.000	Rp 350.000
2	Kawat tembaga BCC 30 mm	13	meter	Rp 56.000	Rp 840.000
3	tiang penangkal 1,5"	1	buah	Rp 200.000	Rp 200.000
4	Pembumian tipe plat (ukuran 2x1 = 13 Lembar)	1	set	Rp 12.000.000	Rp 12.000.000
5	ongkos Pemasangan	1	Lot	Rp 1.000.000	Rp 1.000.000
Jumlah 1 Unit					Rp 14.390.000
Jumlah 147 Unit					Rp 2.115.330.000

Tabel 4. Hasil Analisis Ekonomis Penangkal Petir EvoFranklin

No	Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah
1	Head Penangkal Petir Evo Franklin E.F 130	1	Buah	Rp 43.000.000	Rp 43.000.000
2	E.F Carrier	25	meter	Rp 130.000	Rp 3.250.000
3	tiang penangkal 1,5"	1	buah	Rp 200.000	Rp 200.000
4	Bangunan Penangkal Petir tinggi 20 m	1	buah	Rp 41.000.000	Rp 41.000.000
5	Pembumian tipe plat (ukuran 2x1 = 13 Lembar)	1	set	Rp 12.000.000	Rp 12.000.000
6	Ongkos Pemasangan	1	Lot	Rp 1.000.000	Rp 1.000.000
Jumlah					Rp 104.450.000

4.6 Pemilihan Penangkal Petir

Ditinjau dari analisis teknis dan juga ekonomis penangkal petir yang sesuai pada

perumahan Nusa Dua Highland yaitu Evo Franklin / E.F dari segi teknis mampu memproteksi seluruh area perumahan Nusa Dua Highland dengan luas area proteksi 37.994 m² dan biaya pemasangan hanya Rp.104.450.000. Berbeda dengan penangkal petir konvensional setiap 1 unit rumah menggunakan 1 penangkal petir, serta biaya per unit Rp. 14.390.000 x 147 Unit = Rp. 2.115.330.000.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil pembahasan analisis teknis dan juga ekonomis penangkal petir yang akan digunakan adalah penangkal petir E.F. Dari segi teknis penangkal petir E.F mampu mencakup seluruh area perumahan Nusa Dua Highland yang luasnya 22.644 m², luas area yang di proteksi penangkal petir E.F 37.994 m². Sistem pembumian yang digunakan adalah sistem plat dengan menggunakan 13 lembar plat dan mendapatkan 4,594 Ω.

5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya diharapkan mampu menganalisis dan menghitung pemasangan penangkal petir yang sudah terpasang pada perumahan Nusa Dua Highland untuk melihat hasil dari perancangan penangkal petir di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tomy Gunawan. Analisis Tingkat Kerawanan Bahaya Sambaran Petir Dengan Metode *Simple Additive Weighting* Di Provinsi Bali. Skripsi. Badung : Universitas Udayana Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam; 2014
- [2] Saini Muhammad. Pengembangan Sistem Penangkal Petir dan Pentanahan Elektroda Rod dan Plat. Skripsi. Ujung Pandang : Politeknik Negeri Ujung Pandang; 2016.
- [3] Anonim . Analisis Proteksi Petir Pada SUTT 150 kV Sistem Sulawesi Selatan. Skripsi. Makassar : Fakultas Teknik Universitas Hasanudin; 2012.
- [4] Putra Widhya . Evaluasi Sistem Proteksi Pada *Base Transceiver Station* (BTS). Skripsi. Depok : Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia; 2009.
- [5] Standard Nasional Indonesia. SNI 03-

- 7015-2004. Sistem Proteksi Petir Pada Bangunan Gedung. Standard Nasional Indonesia; 2004.
- [6] Gajah,J. Aplikasi Balai Kota Pariaman. Skripsi. Padang : Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Padang; 2012.
- [7] Mahadewi, K.M. Analisis Tegangan Langkah dan Tegangan Sentuh Serta Perencanaan Sistem Pembumian Pada Pembangunan *Substation* VVIP di Bandara Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai Bali. Jurnal Spektrum. Denpasar : Universitas Udayana. 2018; 6 (1).
- [8] Sepannur Bandri. Perancangan Instalasi Penangkal Petir Eksternal Gedung Bertingkat (Aplikasi Balai Kota Pariaman). Jurnal Momentum. 2012; 13(2): 97-104.
- [9] Dadan Hermawan. Optimalisasi Sistem Penangkal Petir Eksternal Menggunakan Jenis *Early Streamer* Studi Kasus UPT LAGG BPPT). Skripsi. Depok : Fakultas Teknik Universitas Indonesia; 2010.