

# Analisis Tingkat Proteksi Petir pada Control Room PT. XYZ

ASEP SOFYAN<sup>1\*</sup>, SYAHRIAL<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Elektro Institut Teknologi Nasional, Indonesia

Email : asepsf.yan9999@mhs.itenas.ac.id

Received 11 01 2023 | Revised 18 01 2023 | Accepted 18 01 2023

## ABSTRAK

*Bangunan bertingkat merupakan objek sambaran petir karena merupakan daerah yang paling tinggi. Salah satu peran penting untuk melindungi bangunan dari sambaran petir adalah dengan memasang alat proteksi petir pada bangunan. Alat proteksi petir tersebut dipasang diatas bangunan yang akan dilindungi. Tujuan dalam pemasangan alat proteksi petir agar bangunan dan komponen-komponen yang ada dalam bangunan tersebut terlindungi dari serangan petir yang dapat mengakibatkan kerusakan. Dengan menggunakan metode bola bergulir (rolling sphere) untuk menghitung banyaknya arus petir yang diterima. Pada bangunan ruang kontrol memiliki nilai frekuensi sambaran petir langsung ( $N_d$ ) sebesar 0,03 sambaran petir per tahun dengan luas area ekivalen sambaran petir bangunan ( $A_e$ ) 1082,95 m<sup>2</sup>. Nilai intensitas sambaran petir ke tanah ( $N_g$ ) sebesar 27,6 sambaran per km<sup>2</sup> per tahun. Tingkat proteksi yang didapat untuk bangunan Control Room adalah level II dengan radius 30 meter.*

**Kata kunci:** *Bangunan, Bola bergulir, Ruang kontrol, Sambaran petir, Tingkat proteksi*

## ABSTRACT

*Multi-storey buildings are objects of lightning strikes because they are the highest areas. One of the important roles to protect buildings from lightning strikes is to install lightning protection devices on buildings. The lightning protection device is installed above the building to be protected. The purpose of installing lightning protection equipment is so that the building and the components in the building are protected from lightning attacks that can cause damage. By using the rolling sphere method to calculate the amount of lightning current received. The control room building has a direct lightning strike frequency ( $N_d$ ) of 0.03 lightning strikes per year with an area equivalent to building lightning strikes ( $A_e$ ) of 1082.95 m<sup>2</sup>. The value of the intensity of lightning strikes to the ground ( $N_g$ ) is 27.6 strikes per km<sup>2</sup> per year. The level of protection obtained for the Control Room building is level II with a radius of 30 meters.*

**Keywords:** *Building, Control room, Lightning strike, Protection level, Rollingsphere*

## 1. PENDAHULUAN

Indonesia termasuk daerah tropis yang terletak di daerah katulistiwa dengan jumlah hari guruh pertahun/petir (Thunderstormdays) yang sangat tinggi sehingga memungkinkan banyak terjadinya bahaya dengan kerusakan yang ditimbulkan pada harta benda dan kematian pada makhluk hidup yang ada disekitarnya akibat sambaran petir. Sambaran petir juga dapat menimbulkan gangguan pada sistem tenaga listrik. Setiap peralatan yang menggunakan energi listrik atau elektronika dapat menjadi sasaran sambaran petir secara tidak langsung melalui radiasi, konduksi atau induksi elektromagnetik dari sambaran petir tersebut (**Lubis et al., 2019**).

Bangunan–bangunan bertingkat menjadi objek sambaran petir karena merupakan daerah yang paling tinggi, karena sifat petir menyambar sebuah bangunan yang paling tinggi permukaannya untuk menyalurkan arusnya ke bumi untuk dinetralisir. Efek gangguan yang ditimbulkan akibat sambaran petir ini semakin besar sesuai dengan semakin tingginya dan semakin luasnya areal bangunan tersebut. Kerugian yang disebabkan sambaran petir sangat fatal sekali dampaknya, karena itu untuk menanggulangi dampak dari bahaya sambaran langsung petir, maka sistem proteksi bangunan sangat diperlukan (**Ginting, J., 2012**).

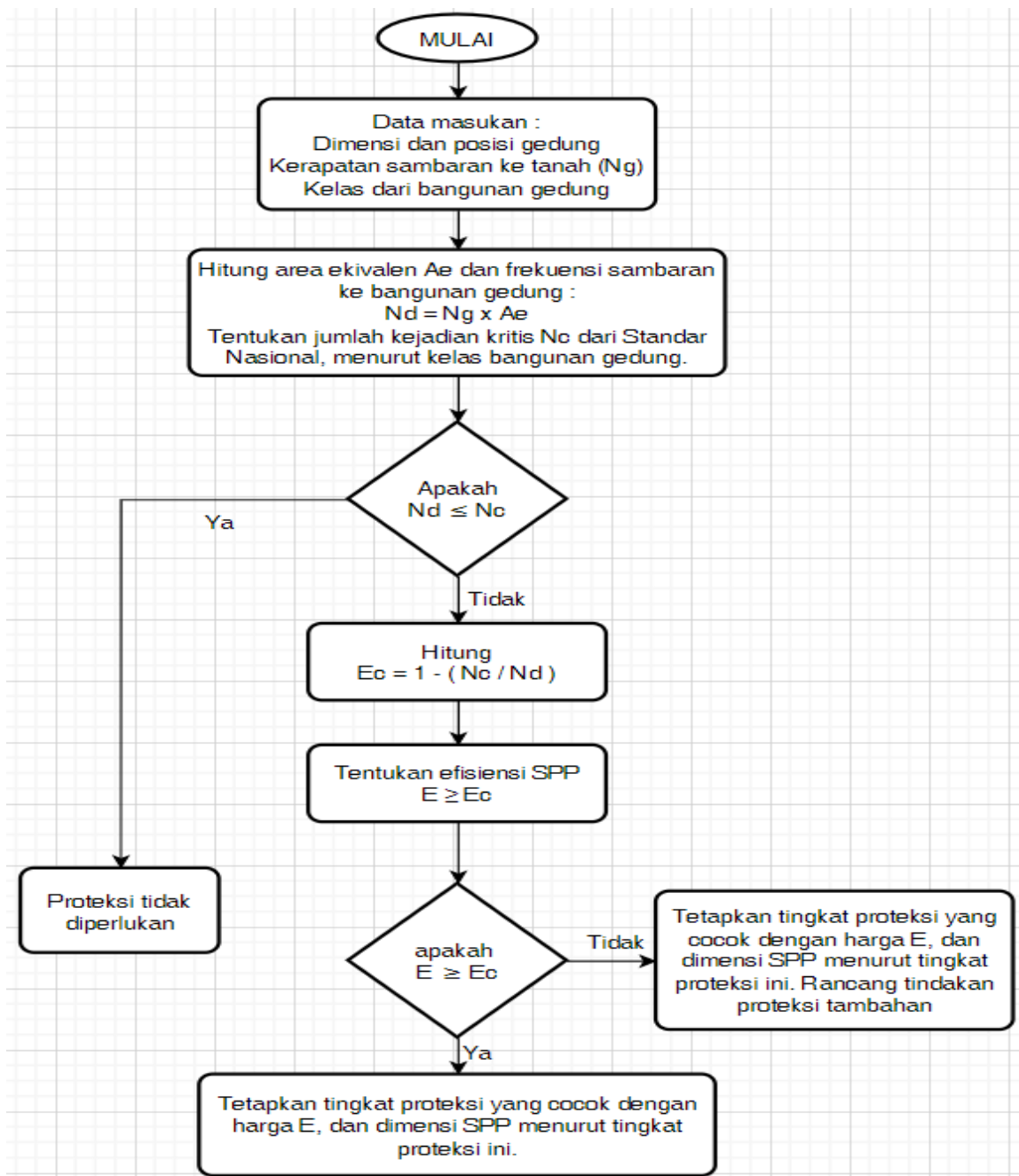
Saat ini, pada gedung Control Room tersebut telah menggunakan sistem proteksi dengan metode bola berguling yang diharapkan mampu menghantarkan petir dalam jumlah besar. Dalam hal ini akan dilakukan evaluasi terhadap sistem penangkal petir yang terdapat pada wilayah tersebut.

Dari pembahasan diatas, dapat diketahui bahwa sistem proteksi petir sangat penting dan dianjurkan dalam sebuah Lembaga industry besar demi menjaga ruangan dan alat-alat lainnya dari sambaran petir yang dapat membahayakan. Untuk itu penulis membuat judul "Analisis Tingkat Proteksi Petir pada Control Room PT XYZ"

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Perancangan Penelitian

Data penunjang perhitungan sistem terminasi udara yang didapat dari PT XYZ meliputi panjang bangunan 11 meter, lebar bangunan 8 meter, tinggi bangunan 4,25 meter, Panjang elektroda yang ditanam 2 meter, outer diameter elektroda dalam 19 mm dan jumlah elektroda yang ditanam 1.



Gambar 1. Diagram Alir Prosedur Pemilihan SPP

Gambar 1 tersebut merupakan diagram alir prosedur pemilihan sistem proteksi menghendaki bangunan untuk dipertimbangkan rancangan sistem proteksi. Sebagai acuan dalam penentuan dimensi bangunan, keperluan sistem proteksi petir dan perhitungan. Jumlah kebutuhan sistem proteksi petir pada bangunan tersebut berdasarkan SNI 03-7015-2004 tentang sistem proteksi petir pada bangunan Gedung (**Badan Standardisasi Nasional, 2004**).

Untuk dapat membantu dalam proses menganalisa sebuah data pengukuran, maka penulis perlu menyiapkan persamaan yang digunakan dalam pengolahan data. Adapun data yang harus dikumpulkan untuk menganalisis tingkat proteksi petir pada control room adalah sebagai berikut:

1. Menentukan Intensitas Sambaran Petir ke Tanah ( $N_g$ )  
Menentukan nilai Intensitas Sambaran Petir ke Tanah dihitung menggunakan rumus yang dapat dinyatakan dengan persamaan (1) **(C. P, 2020)**:

$$N_g = 0,04 T_d^{1,25} \text{ sambaran petir per km}^2 \text{ per tahun} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

$N_g$  = Intensitas sambaran ke tanah rata-rata tahunan, sambaran petir per km<sup>2</sup> pertahun dalam daerah di tempat bangunan gedung berada.

$T_d$  = Jumlah hari guruh per tahun yang diperoleh dari BMKG.

2. Menentukan Area Cakupan Ekuivalen ( $A_e$ )  
Menentukan nilai Area Cakupan Ekuivalen dihitung menggunakan rumus yang dapat dinyatakan dengan persamaan (2) **(C. P, 2020)**:

$$A_e = ab + 6h(a + b) + \pi h^2 \dots \dots \dots (2)$$

Dimana:

$A_e$  = Area cakupan ekuivalen dari bangunan gedung (m<sup>2</sup>)

$a$  = Panjang bangunan (m)

$b$  = Lebar bangunan (m)

$h$  = Tinggi bangunan (m)

3. Menentukan Jumlah Kejadian Kritis ( $N_c$ )  
Menentukan Jumlah Kejadian Kritis dihitung menggunakan rumus yang dapat dinyatakan dengan persamaan (3) **(C. P, 2020)**:

$$N_c = \frac{1,5 \times 10^3}{C} \dots \dots \dots (3)$$

Dimana:

$C = (C_2) (C_3) (C_4) (C_5)$

4. Menentukan Frekuensi Sambaran Petir Langsung ( $N_d$ )  
Menentukan Frekuensi Sambaran Petir Langsung dihitung menggunakan rumus yang dapat dinyatakan dengan persamaan (4) **(C. P, 2020)**:

$$N_d = N_g \times A_e \times 10^{-6} \text{ sambaran petir per tahun} \dots \dots \dots (4)$$

Dimana:

$N_d$  = Frekuensi sambaran petir langsung setempat

5. Menentukan Tingkat Proteksi ( $E_c$ )  
Menentukan tingkat proteksi dihitung menggunakan rumus yang dapat dinyatakan dengan persamaan (5) **(C. P, 2020)**:

$$E_c = 1 - \frac{N_c}{N_d} \dots \dots \dots (5)$$

Dimana:

$E_c$  = Effisiensi

$N_c$  = Frekuensi sambaran petir maksimum yang dibolehkan dengan nilai ketetapannya yaitu  $10^{-1}$  / tahun.

$N_d$  = Frekuensi rata-rata sambaran petir ke bangunan  $km^4$ /tahun.

**Tabel 1. Data tingkat kerawanan petir di Pulau Jawa**

| No | Lokasi     | Hari Guruh Rata-rata Per Tahun | IKL   | Tingkat Kerawanan Petir |
|----|------------|--------------------------------|-------|-------------------------|
| 1  | Banyuwangi | 101                            | 27,56 | Sedang                  |
| 2  | Bawean     | 141                            | 38,68 | Sedang                  |
| 3  | Bogor      | 201                            | 55,15 | Tinggi                  |
| 4  | Cilacap    | 85                             | 23,29 | Rendah                  |
| 5  | Citeko     | 227                            | 62,30 | Tinggi                  |
| 6  | Curug      | 220                            | 60,22 | Tinggi                  |
| 7  | Indramayu  | 187                            | 51,23 | Tinggi                  |
| 8  | Jakarta    | 193                            | 52,88 | Tinggi                  |
| 9  | Jatiwangi  | 189                            | 51,78 | Tinggi                  |
| 10 | Kalianget  | 166                            | 45,45 | Sedang                  |
| 11 | Lembang    | 132                            | 36,05 | Sedang                  |
| 12 | Semarang   | 148                            | 40,63 | Sedang                  |
| 13 | Serang     | 112                            | 30,61 | Sedang                  |
| 14 | Surabaya   | 159                            | 43,56 | Sedang                  |
| 15 | Tegal      | 198                            | 54,34 | Tinggi                  |

Tabel 1 merupakan tabel data tingkat kerawanan petir di Pulau Jawa dengan tingkat kerawanan petir paling tinggi berada di lokasi Citeko dengan hari guruh rata-rata pertahun 227 dan paling rendah di lokasi Cilacap dengan hari guruh rata-rata pertahun 85. Data tingkat kerawanan petir di lokasi Indramayu tergolong tinggi dengan nilai hari guruh rata-rata pertahun 187 (**A, H. P., & Murdiya, F., 2017**).

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Dimensi dan Bangunan Gedung

Pada gedung Control Room tersebut memiliki dimensi bangunan yang dilindungi oleh sistem proteksi petir adalah 11 meter x 8 meter atau 88 meter<sup>2</sup>. Gedung tersebut memiliki besar nilai resistivitas tanah yang diambil adalah nilai rata-rata dari 3 titik yang diukur. R-10 mempunyai nilai resistans sebesar 21,87 Ohm-m, sedangkan R-11 bernilai 69,35 Ohm-m. Titik R-12 mempunyai resistans sebesar 91,85 Ohm-m.

#### Menentukan Intensitas Sambaran Petir ke Tanah ( $N_g$ )

Besarnya intensitas sambaran petir ke tanah per  $km^2$  tiap tahun dipengaruhi oleh hari guruh rata-rata di wilayah Indramayu. Mencari nilai intensitas sambaran petir ke tanah per  $km^2$  tiap tahun, sesuai dengan rumus (1) (**Rahmannudin, M. F., 2018**):

$$N_g = 0,04 T d^{1,25} \text{ sambaran petir per } km^2 \text{ per tahun} \dots \dots \dots (1)$$

$$= 0,04 \times 187^{1,25} \text{ per km}^2 \text{ per tahun}$$

$$= 27,6 \text{ sambaran petir per km}^2 \text{ per tahun}$$

Dengan nilai Td di dapat dari Tabel 1 hari guruh per tahun di Jawa.

### Menentukan Area Cakupan Ekivalen (Ae)

Area cakupan ekivalen Merupakan area permukaan tanah Control Room yang mempunyai frekuensi sambaran petir langsung setiap tahun. Didapatkan nilai area ekivalen (Ae) sesuai dengan rumus (2) **(Rahmannudin, M. F, 2018)**:

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

Data bangunan adalah sebagai berikut :

- a = Panjang bangunan (11 m)
- b = Lebar bangunan (8 m)
- h = Tinggi bangunan (4,25 m)

m) maka,

$$\begin{aligned} Ae &= ab + 6h(a+b) + 9\pi h^2 \\ &= p \times l + 6h(p+l) + 9\pi h^2 \\ &= 11 \times 8 + 6(4,25) \times (11+8) + 9\pi (4,25)^2 \\ &= 88 + 484,5 + 510,45 \\ &= 1082,95 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

### Menentukan Frekuensi Sambaran Petir Langsung (Nd)

Setelah mendapatkan nilai Ae (area permukaan bangunan yang mempunyai frekuensi sambaran petir langsung setiap tahun). Selanjutnya mencari nilai Nd. Nilai frekuensi sambaran petir langsung (Nd) pada bangunan Control Room dapat dihitung dengan rumus (3) **(Rahmannudin, M. F, 2018)**:

$$Nd = Ng \times Ae \times 10^{-6} \text{ sambaran petir per tahun} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana :

- Ng = Nilai intensitas sambaran petir (27,6 per km<sup>2</sup> per tahun)
- Ae = Nilai area ekivalen (1082,95 m<sup>2</sup>)
- Nd = Ng . Ae . 10<sup>-6</sup> per tahun
- = 27,6 x 1082,95 x 10<sup>-6</sup> per tahun
- = 0,03 sambaran petir per tahun

### Menentukan Jumlah Kejadian Kritis (Nc)

Mengacu kepada NFPA 780-2017, untuk menentukan tingkat proteksi petir perlu dipertimbangkan faktor-faktor kerusakan yang mempengaruhi struktur, lingkungan dan kondisi moneter. Penentuan jumlah kejadian kritis atau nilai koefisien lingkungan (Nc) menggunakan rumus (4) **(NFPA 780-2017)**:

$$Nc = \frac{1,5 \times 10^3}{c} \dots\dots\dots (4)$$

Nilai  $C_2$ - $C_5$  dapat disesuaikan dengan koefisien struktur diperoleh dari NFPA 780-2017 yang dapat dinyatakan pada Tabel 2 (**NFPA 780-2017**).

**Tabel 2. Penentuan Koefisien Konstruksi,  $C_2$**

| Struktur       | Koefisien Konstruksi |                |                     |
|----------------|----------------------|----------------|---------------------|
|                | Atap Logam           | Atap Non-logam | Atap Mudah Terbakar |
| Logam          | 0,5                  | 1,0            | 2,0                 |
| Non-logam      | 1,0                  | 1,0            | 2,5                 |
| Mudah Terbakar | 2,0                  | 2,5            | 3,0                 |

Setelah menentukan  $C_2$ , diharuskan menentukan konstanta selanjutnya untuk koefisien isi struktur bangunan yang dapat dinyatakan pada Tabel 3 (**NFPA 780-2017**).

**Tabel 3. Penentuan Koefisien Isi Struktur,  $C_3$**

| Struktur Isi                                                           | $C_3$ |
|------------------------------------------------------------------------|-------|
| Nilai rendah dan tidak mudah terbakar                                  | 0,5   |
| Nilai standar dan tidak mudah terbakar                                 | 1,0   |
| Nilai tinggi, mudah terbakar                                           | 2,0   |
| Nilai luar biasa, cairan yang mudah terbakar, komputer atau elektronik | 3,0   |
| Nilai luar biasa, tak tergantikan, barang budaya                       | 4,0   |

Setelah menentukan  $C_3$ , Diharuskan menentukan konstanta selanjutnya untuk koefisien struktur hunian Bangunan yang dapat dinyatakan pada Tabel 4 (**NFPA 780-2017**).

**Tabel 4. Penentuan Koefisien Struktur Hunian,  $C_4$**

| Struktur Hunian                     | $C_4$ |
|-------------------------------------|-------|
| Tidak berpenghuni                   | 0,5   |
| Biasanya ditempati/dihuni           | 1,0   |
| Sulit dievakuasi/beresiko kebakaran | 3,0   |

Setelah menentukan  $C_4$ , Diharuskan menentukan konstanta selanjutnya untuk koefisien konsekuensi petir pada Bangunan yang dapat dinyatakan pada Tabel 5 (**NFPA 780-2017**).

**Tabel 5. Penentuan Koefisien Konsekuensi Petir,  $C_5$**

| Konsekuensi Petir                                                          | $C_5$ |
|----------------------------------------------------------------------------|-------|
| Kelanjutan layanan fasilitas tidak diperlukan, tidak ada dampak lingkungan | 1,0   |
| Kelanjutan layanan fasilitas diperlukan, tidak ada dampak lingkungan       | 5,0   |
| Konsekuensi terhadap lingkungan                                            | 10,0  |

Nilai koefisien konsekuensi petir pada  $C_5$  adalah 5,0 dengan kelanjutan layanan fasilitas diperlukan, tidak ada dampak lingkungan.

$$\begin{aligned}
 \text{Dimana nilai } C &= (C_2) (C_3) (C_4) (C_5) \\
 C &= 0,5 \times 0,5 \times 1,0 \times 5,0 \\
 C &= 1,25
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_2 &= 0,5 \text{ (struktur logam dan atap logam)} \\
 C_3 &= 0,5 \text{ (struktur isi dengan nilai rendah dan tidak mudah terbakar)} \\
 C_4 &= 1,0 \text{ (struktur hunian biasanya ditempati/dihuni)}
 \end{aligned}$$

$C_5 = 5,0$  (konsekuensi petir kelanjutan layanan fasilitas diperlukan, tidak ada dampak lingkungan)

$$N_c = \frac{1,5 \times 10^3}{1,25} \\ = 0,0012$$

### Menentukan Tingkat Proteksi

Setelah mendapatkan nilai  $N_d = 0,03$  sambaran petir per tahun dan nilai  $N_c = 0,0012$ . Berdasarkan NFPA 780-2017 tentang sistem proteksi petir pada bangunan gedung, suatu bangunan diperlukan perancangan sistem proteksi petir jika nilai  $N_d > N_c$  dengan efisiensi  $E \geq E_c$ . Untuk menentukan tingkat proteksi dihitung dengan efisiensi  $E \geq 1 - N_c/N_d$ . Nilai  $E_c$  dihitung menggunakan rumus (5) (**Rahmannudin, M. F, 2018**):

$$E_c = 1 - \frac{N_c}{N_d} \dots \dots \dots (5)$$

$$E_c = 1 - \frac{0,0012}{0,03}$$

$$E_c = 0,96$$

Dari perhitungan diatas, penempatan terminasi udara sesuai dengan tingkat proteksi, diperoleh nilai frekuensi sambaran petir tahunan setempat dan nilai efisiensi adalah 0,96 (96 %) berada pada tingkat proteksi level II. Sehingga didapatkan tingkat proteksi bangunan pada Control Room berada pada tingkatan proteksi level II.

## 4. KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan guna sistem perlindungan petir, bangunan pada Control Room memiliki nilai frekuensi sambaran petir langsung ( $N_d$ ) sebesar 0,03 sambaran petir per tahun dengan luas zona ekivalen sambaran petir bangunan ( $A_e$ ) 1082,95 m<sup>2</sup>. Nilai intensitas sambaran petir ke tanah ( $N_g$ ) sebesar 27,6 sambaran petir per km<sup>2</sup> per tahun. Dari hasil perhitungan didapatkan bahwa tingkat proteksi petir pada Control Room adalah level II. Hal ini juga sesuai dengan aturan pada NFPA 780-2017 yang mengatakan bahwa radius proteksi penangkal petir untuk control room adalah 30 meter. Ketinggian terminasi udara 1,5 meter sudah dapat melindungi bangunan pada control room dari bahaya sambaran petir. Control room yang merupakan bangunan dengan struktur baja, semua struktur bangunan dan benda-benda logam dibumikan. Karena benda tersebut merupakan penghantar dan dapat berfungsi sebagai terminal udara dan mengalirkan listrik.

## 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan rasa terima kasih kepada pihak terkait yaitu PT XYZ yang telah mengizinkan penulis untuk melakukan kerja praktik dan sudah banyak membantu dalam penelitian ini.

## **6. DAFTAR PUSTAKA**

- C. P. (2020). *Systems Grounding of Industrial and Commercial Power Systems*, vol. 2007.2007.
- NFPA 780-2017, *Standard for The Installations of Lightning Protection Systems*.
- A, H. P., & Murdiya, F. (2017). *Sistem Proteksi Petir Eksternal Pada Gedung Baru Fakult. JomFTEKNIK*, 4(2), 1–12.
- Badan Standardisasi Nasional. (2004). *SNI 03-7015-2004 - Sistem Proteksi Petir pada Bangunan Gedung*. Badan Standarisasi Nasional, 112.
- Ginting, J. (2012). *Analisa Efek Tegangan Induksi Karena Sambaran Petir Pada Area Operasional Pt . X*. ITS Repository, 1–94.
- Lubis, Z., Aryza, S., & Annisa, S. (2019). *Metode Terbaru Perancangan Proteksi Petir Eksternal Pada Pembangkit Listrik*. In *Journal of Electrical Technology* (Vol. 1099).
- Rahmannudin, M. F. (2018). *Studi Perencanaan sistem Proteksi Petir pada Area Berbahaya*.
- ISTN. Jakarta. *Jurnal Sinusoida* Vol. XXI No. 2, April 2019 ISSN 1411 – 4593.