

Studi Analisis Sistem Penangkal Petir Elektrostatis Terintegrasi 3 Titik Pada Kantor Otoritas Bandar Udara Wilayah VI Padang

Grika Umbara, Yani Ridal, Rosnita Rauf
Elektro, Teknik, Universitas Ekasakti
Email: erikbara1986@gmail.com

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara yang mengalami berbagai macam fenomena alam seperti petir. Umumnya petir menyambar daerah tertentu dan khususnya pada bangunan tinggi. Sambaran petir dapat menyebabkan kerusakan pada bangunan dan peralatan didalamnya, kebakaran, bahkan jatuhnya korban jiwa. Untuk menghindari dampak dari sambaran petir inilah, diciptakan alat yang disebut penangkal petir. Luas kawasan area pada gedung Kantor Otoritas Bandar Udara Wilayah VI Padang adalah 16.800 m^2 dan dibangun diatas tanah rawa yang menurut perhitungan tahan jenis tanah diperoleh besaran $6,034 \Omega\text{m}$. Untuk melindungi daerah tersebut, digunakan 3 penangkal petir jenis elektrostatis type LPI Stormaster ESE 60 R 80 m yang mana berdasarkan perhitungan radius perlindungan masing – masing penangkal petir adalah 103,4 m. Ukuran dari konduktor grounding untuk setiap penangkal petir berdasarkan perhitungan yaitu $21,51 \text{ mm}^2$ dengan menggunakan kawat jenis BC. Masing – masing penangkal petir memiliki sudut proteksi $\alpha = 69,47^\circ$ dengan tinggi 110 m dan luasan kawasan yang dilindungi oleh setiap penangkal petir adalah $33571,5 \text{ m}^2$.

Kata Kunci: Penangkal Petir Elektrostatis, Grounding, Sudut Proteksi.

1. PENDAHULUAN

Petir yang terjadi adalah ancaman serius baik bagi manusia maupun bangunan yang ada disekitarnya. Ancaman yang dimaksudkan adalah kerusakan yang dapat membahayakan kehidupan manusia, kerusakan pada struktur bangunan dan peralatan elektronik yang ada didalamnya. Semakin tinggi Gedung, maka semakin tinggi pula sistem keamanan gedung yang harus diperhatikan.

Penangkal petir sudah diterapkan dibeberapa bangunan penting di Kota Padang, salah satunya Kantor Otoritas Bandar Udara Wilayah VI. Kantor Otoritas Bandar Udara Wilayah VI – Padang dibentuk berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 41 tanggal 31 Maret tahun 2011 tentang Organisasi dan Tata Kerja Kantor Otoritas Bandar Udara. Kantor Otoritas Bandar Udara Wilayah VI – Padang dibentuk karena setiap tahun jumlah pergerakan penumpang dan pergerakan pesawat terus meningkat di Wilayah Padang dan sekitarnya.

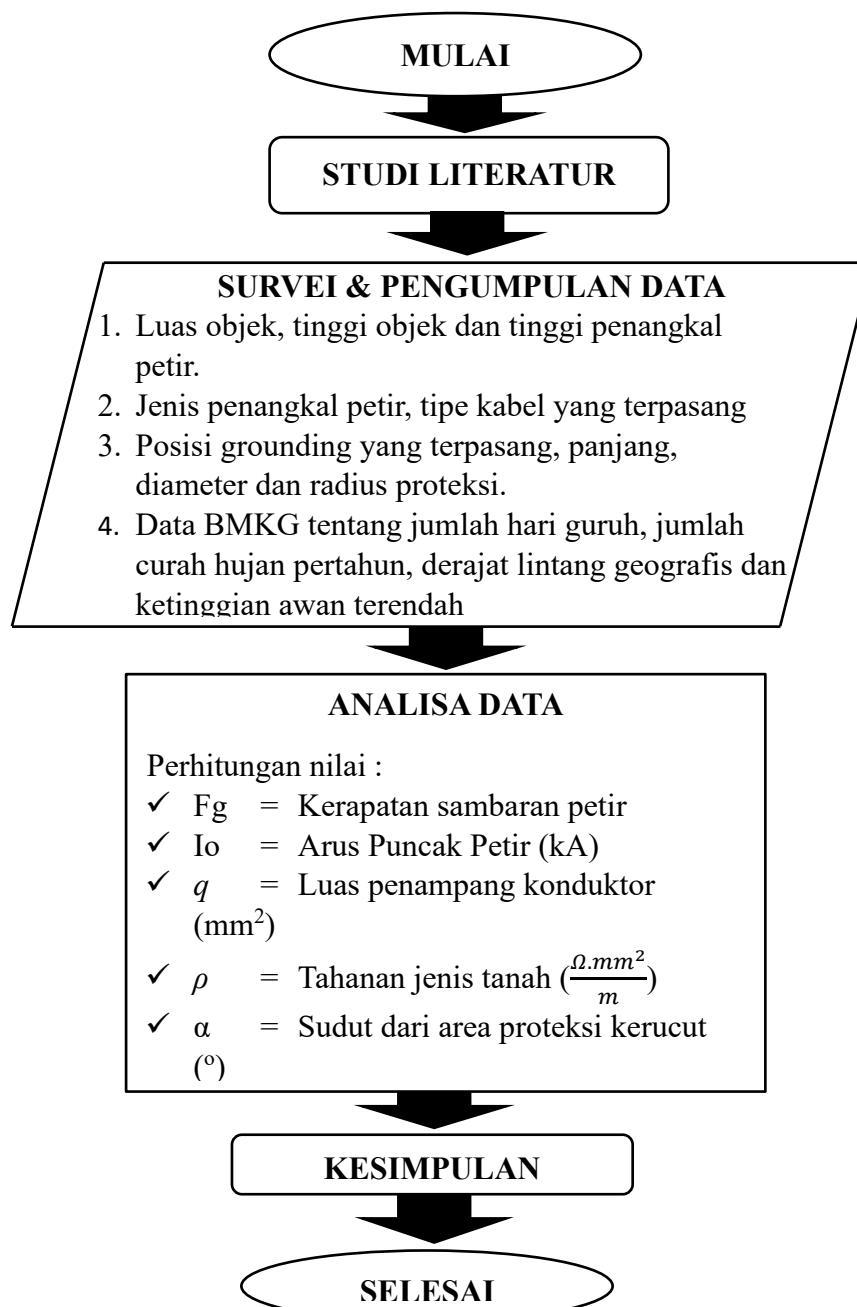
Keberadaan dan pemasangan sistem proteksi petir secara tepat dan benar amat sangat dibutuhkan untuk menjaga kontinuitas operasi seluruh fasilitas yang ada di Kantor Otoritas Bandar Udara Wilayah – VI Padang. Untuk mengurangi dampak yang diakibat oleh sambaran petir, Kantor Otoritas Bandar Udara Wilayah VI – Padang melakukan pembangunan Penangkal Petir Terintegrasi 3 Titik.

Pemasangan Penangkal Petir Terintegrasi memberikan pengamanan peralatan terhadap sambaran petir langsung maupun tidak langsung yang terjadi pada daerah atau diluar daerah dimana peralatan tersebut berada / terpasang serta melindungi peralatan tersebut dari dampak kerusakan yang ditimbulkan sehingga terjaminnya kontinuitas pelayanan operasional peralatan fasilitas elektronika dan listrik yang ada di Kantor Otoritas Bandar Udara Wilayah VI – Padang.

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dijelaskan di atas penulis tertarik melakukan penelitian dan menuangkannya dalam sebuah judul “Studi Analisa Sistem

Penangkal Petir Jenis Elektrostatis Terintegrasi 3 Titik Pada Kantor Otoritas Bandar Udara Wilayah VI – Padang”.

2. METODE PENELITIAN



Gambar 1. Diagram alir penelitian

3. HASIL PENELITIAN

3.1. Deskripsi Penelitian

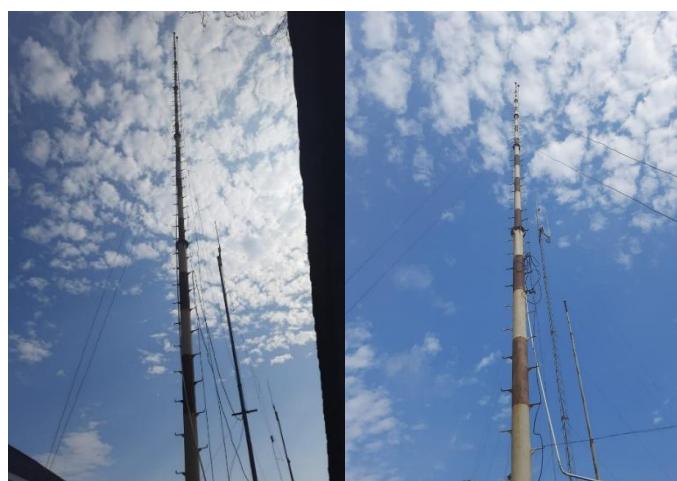
Kantor Otoritas Bandar Udara Wilayah VI Padang berdiri diatas lahan seluas lebih kurang 16.800 m^2 yang terdiri dari beberapa bangunan dalam satu kawasan. Semakin banyaknya pemakaian alat elektronik saat ini mempergunakan microprosesor

mengakibatkan semakin rentannya peralatan tersebut terhadap perubahan gelombang kejut yang ditimbulkan oleh sambaran petir baik yang terjadi melalui catu daya listrik atau melalui rambatan gelombang elektromagnetik yang melewati media saluran antenna atau merambat melalui media udara.



Gambar 2. Kawasan Kantor Otoritas Bandar Udara Wilayah VI Padang

Pada Kawasan Kantor Otoritas Bandar Udara Wilayah VI Padang dipasang 3 buah penangkal petir jenis elektrostatis type LPI Stormaster ESE 60 R 80 m. Penangkal petir jenis Stormaster ESE 60 ini merupakan jenis penangkal petir elektrostatis atau penangkal petir yang bersifat aktif dan memiliki metode perlindungan radius. Untuk jenis anti petir yang sedang digunakan saat ini memiliki radius proteksi sebesar 80 m. Penangkal petir jenis Stormaster ESE 60 terbuat dari material panel stainless steel untuk melapisi bagian luar, karena dari bahan material stainless steel membuat head terminal ini memiliki daya hantar arus listrik yang baik terhadap sambaran petir dan membuat penangkal petir ini tidak mudah korosi atau berkarat sehingga cocok digunakan pada wilayah tropis maupun bangunan area dekat dengan pantai.



Gambar 3. Penangkal Petir LPI Stormaster ESE 60 R 80

3.2. Data Masukan

Setelah melakukan penelitian dan pengambilan data pada Kantor Otoritas Bandar Udara Wilayah VI Padang dan BMKG didapatkan data masukan sebagai berikut :

- Di area Kantor Otoritas Bandar Udara Wilayah VI Padang terpasang penangkal petir LPI Stormaster ESE 60 R 80 m, menggunakan kabel NYY 1 x 50 mm², didapatkan data:

Tabel 1. Data Penelitian Kantor Otoritas Bandar Udara Wilayah VI Padang

No	Pengukuran	Satuan	Nilai
1	Panjang area kantor	p	140 meter
2	Lebar area kantor	l	120 meter
3	Bangunan tertinggi	h	15 meter
4	Tiang pemancar radio	h	25 meter
5	Tinggi tiang penangkal petir	h'	30 meter
6	Radius Proteksi	R _p	80 meter
7	Panjang Elektroda	L	3 meter
8	Diameter Elektroda	a	16 mm
9	Tahanan sistem pentanahan	R	1.8 Ohm

- Data hasil pengukuran tahanan



Gambar 4. Hasil Pengukuran

- Bak Kontrol (*Earth Inspection Pits*)

Bak kontrol dengan ukuran 40x40x40 cm digunakan untuk memudahkan pemeliharaan dan pemeriksaan, dimana didalamnya terdapat elektroda tanah dari bahan tembaga murni dengan ukuran panjang 3 m dengan diameter 16 mm. Sebagai media penghubung antara satu titik elektroda tanah dengan titik elektroda tanah lainnya dipergunakan kawat BC 1x50 mm.

- Data hari guruh dan data curah hujan pertahun dari bulan Januari s/d Desember tahun 2023 dengan ketinggian awan terendah (Ha) yaitu 600 meter terletak di garis Lintang Selatan (Li) 0° 47'54" S.

Tabel 2. Data Hari Guruh Tahun 2023

No	Bulan	Jumlah
1	Januari	18
2	Februari	9
3	Maret	29
4	April	47
5	Mei	36

6	Juni	11
7	Juli	14
8	Agustus	37
9	September	6
10	Oktober	17
11	November	6
12	Desember	10
Jumlah Hari guruh pertahun (IKL)		240

Sumber Data BMKG

Tabel 3. Curah Hujan Tahun 2023

No	Bulan	Jumlah
1	Januari	392
2	Februari	226
3	Maret	352
4	April	327
5	Mei	272
6	Juni	314
7	Juli	501
8	Agustus	627
9	September	98
10	Oktober	142
11	November	150
12	Desember	160
Jumlah curah hujan pertahun (P)		3561

Sumber Data BMKG

3.3. Perhitungan Arus Puncak Petir

Arus puncak petir dengan hari guruh pertahun adalah 240 dengan rata-ratanya 20 sedangkan curah hujan 3561 pertahun dan garis lintang selatan $47'54''$ dan ketinggian awan terendah 600 m ditentukan dengan persamaan (2.1) berikut:

$$Fg = 3,8371 \times 10^{-3} \times IKL^{0,8179} \times P^{0,5179}$$

$$Fg = 3,8371 \times 10^{-3} \times 240^{0,8179} \times 3561^{0,5179}$$

$$Fg = 3,8371 \times 10^{-3} \times 88,4657 \times 69,081$$

$$Fg = 23,45$$

Dari hasil perhitungan diatas didapat nilai untuk kerapatan sambaran petir sebesar 23,45.

Maka untuk Arus puncak petir dapat dihitung dengan persamaan (2.2):

$$Io = 29,5143 * Fg^{0,332737} * e^{(-4,14107 * 10^{-3} * Li * -2,40752 * 10^{-4} * Ha)}$$

$$= 29,5143 * 23,45^{0,332737} * e^{(-4,14107 * 10^{-3} * 47,54 * -2,40752 * 10^{-4} * 600)}$$

$$= 29,5143 * 2,8569 * e^{0,0284376}$$

$$= 29,5143 * 2,8569 * 1,02886$$

$$= 85,2483 \text{ kA}$$

Dari hasil perhitungan diatas didapat nilai dari arus puncak petir sebesar 85,2483 kA.

3.4. Perhitungan Penampang Konduktor

Luas penampang konduktor (q) penangkal petir dapat dihitung dengan persamaan (2.3), dimana:

$$I_o = \text{Arus puncak petir} = 85,2483 \text{ kA} = 85,2483 \times 10^3 \text{ A}$$

$$S = \text{Waktu arus petir induksi} = 0,00005 \text{ detik}$$

$$T = \text{Temperatur konduktor} = 1000^\circ\text{C}$$

Maka dapat dihitung :

$$q = I_o \sqrt{\frac{8,5 \times 10^{-6} \times S}{\log 10 \left(\frac{T}{274} + 1 \right)}}$$
$$q = 85,2483 \times 10^3 \sqrt{\frac{8,5 \times 10^{-6} \times 0,00005}{\log 10 \left(\frac{1000}{274} + 1 \right)}}$$
$$q = 85,2483 \times 10^3 \times 2,749 \times 10^{-5}$$
$$q = 21,51 \text{ mm}^2$$

Dari hasil perhitungan diatas didapat luas penampang konduktor sebesar 21,51 mm², maka kabel konduktor yang terpasang cukup menggunakan kawat BC 1 x 25 mm², sedangkan realisasi yang terpasang adalah kawat BC 1x50 mm² yang artinya kabel yang terpasang sudah melebihi standar.

3.5. Perhitungan Tahanan Jenis Pentanahan

Dari hasil pengukuran maka diketahui nilai tahanan jenis pentanahan:

$$\text{Tahanan sistem pentanahan (R)} = 1,8 \Omega$$

$$\text{Panjang elektroda (L)} = 3 \text{ m}$$

Diameter elektroda (a) = 16 mm = 0,016 m maka tahanan pentanahan jenis elektroda batang dapat dihitung dengan persamaan (2.7)

$$\rho = \frac{2\pi LR}{\left[\ln \left(\frac{4L}{a} \right) - 1 \right]}$$
$$\rho = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 3 \cdot 1,8}{\left[\ln \left(\frac{4 \cdot 3}{0,016} \right) - 1 \right]}$$
$$\rho = \frac{33,912}{\left[\ln(750) - 1 \right]}$$
$$\rho = \frac{33,912}{5,62}$$
$$\rho = 6,034 \Omega \text{m}$$

Berdasarkan perhitungan nilai tahanan jenis tanah diperoleh nilai 6,034 Ωm yang mana menurut tabel 2.2 tahanan jenis tanah termasuk dalam kategori tanah rawa.

3.6. Perhitungan Sudut Proteksi

Perhitungan sudut proteksi penangkal petir sangat diperlukan guna mengetahui sejauh mana kawasan yang dilindungi. Kawasan Kantor Otoritas Bandar Udara Wilayah VI Padang menggunakan penangkal petir LPI Stormaster ESE 60 dengan radius proteksi (R_p) 80 m, dimana penangkal petir tersebut dipasang menggunakan support mast (h') 30 m yang langsung dipasang ke tanah dengan base dudukan tiang serta pondasi anchor dengan

menggunakan beton cor K125, maka sudut (α) dari area proteksi penangkal petir dapat dihitung dengan persamaan (2.8) sebagai berikut:

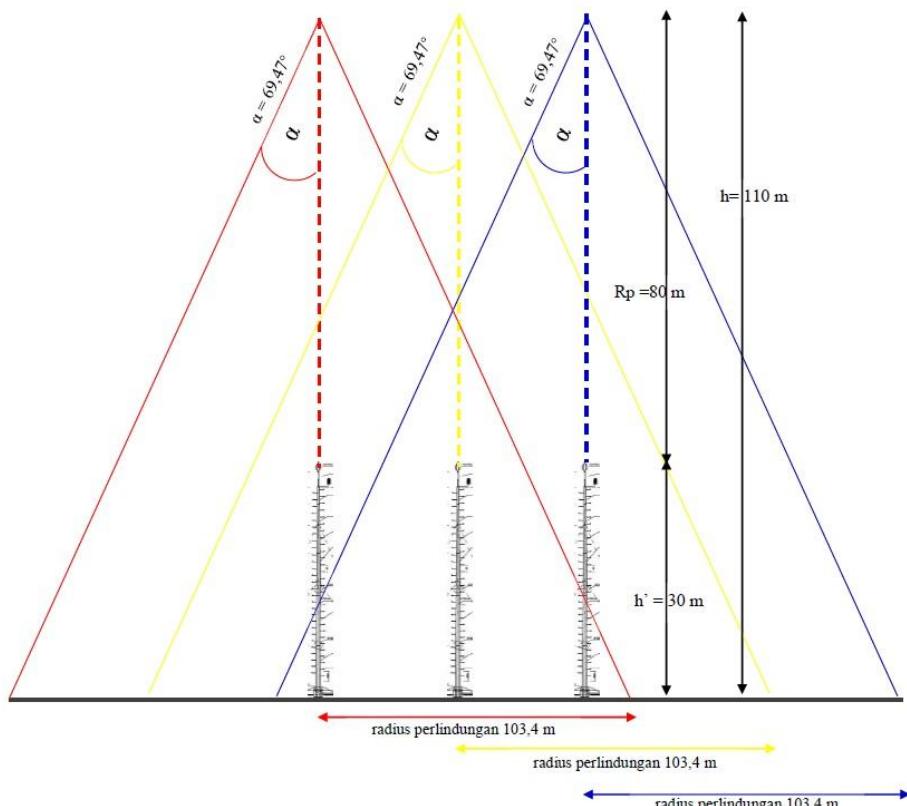
$$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{R_p}{h + h'}\right)$$

$$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{80}{0 + 30}\right)$$

$$\alpha = \tan^{-1}(2,67)$$

$$\alpha = 69,47^\circ$$

Berdasarkan perhitungan diatas didapat nilai sudut (α) sebesar $69,47^\circ$ disetiap penangkal petir yang terpasang pada Kantor Otoritas Bandar Udara Wilayah VI – Padang.



Gambar 5. Sudut Perlindungan

3.7. Analisa Hasil Perhitungan Kawasan Yang Dilindungi

Kawasan Kantor Otoritas Bandar Udara Wilayah VI Padang menggunakan penangkal petir LPI Stormaster ESE 60 dengan radius proteksi (R_p) 80 m, dimana penangkal petir tersebut dipasang menggunakan support mast (h') 30 m dengan sudut (α) dari area proteksi $69,47^\circ$ dengan total tinggi radius proteksi adalah 110 m, maka radius perlindungan dapat dihitung dengan persamaan (2.9).

Radius perlindungan (r)

$$\begin{aligned} r &= h \cdot \sin \alpha \\ &= 110 \cdot \sin 69,47 \\ &= 110 \cdot 0,94 \\ &= 103,4 \text{ m} \end{aligned}$$

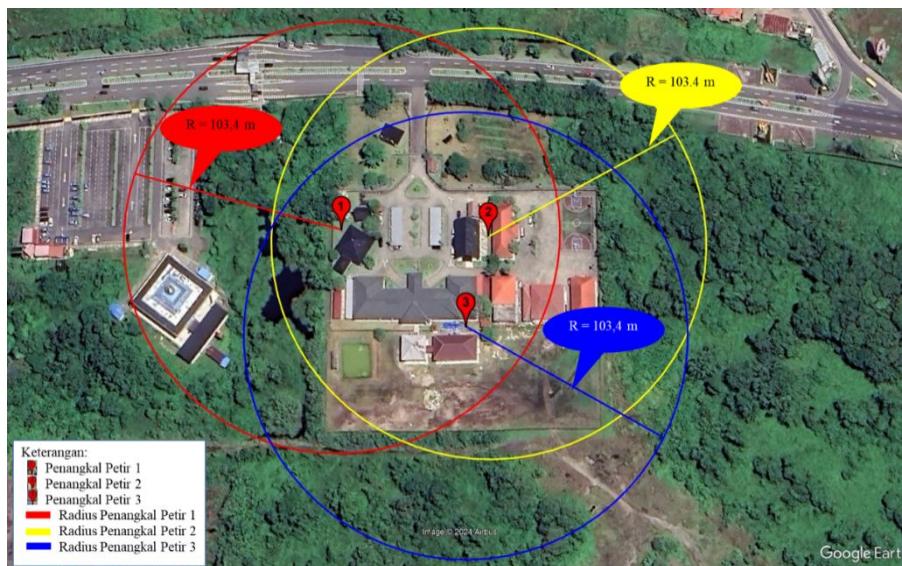
Berdasarkan perhitungan diatas didapat nilai radius perlindungan (r) sebesar 103,4 m disetiap penangkal petir yang terpasang pada Kantor Otoritas Bandar Udara Wilayah VI Padang.

Sedangkan kawasan yang dilindungi dapat dihitung dengan persamaan (2.10).

Kawasan yang dilindungi (A)

$$\begin{aligned} A &= \pi r^2 \\ &= 3,14 \cdot (103,4)^2 \\ &= 33571,5 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas luas kawasan yang dilindungi untuk satu penangkal petir sebesar 33571,5 m².



Gambar 6. Radius Proteksi Berdasarkan Perhitungan

Berdasarkan perhitungan dan gambar diatas, penangkal petir 1 terdapat 2 gedung yang tidak dapat dilindungi dan tidak dapat melindungi seluruh kawasan. Untuk penangkal petir 2 dapat melindungi seluruh gedung tetapi ada sebagian kawasan yang tidak terlindungi sedangkan penangkal petir 3 dapat melindungi seluruh kawasan dan gedung.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

- Berdasarkan perhitungan diatas, dapat ditarik beberapa Kesimpulan sebagai berikut:
1. Penangkal petir yang terpasang pada gedung Kantor Otoritas Bandar Udara Wilayah VI Padang jenis elektrostatis type LPI Stormaster ESE 60 R 80 m, berdasarkan perhitungan radius perlindungan adalah 103,4 m.
 2. Berdasarkan perhitungan nilai tahanan jenis tanah diperoleh nilai sebesar $6,034 \Omega\text{m}$ yang mana termasuk dalam kategori tanah rawa.
 3. Ukuran konduktor grounding untuk penangkal petir berdasarkan perhitungan adalah $21,51 \text{ mm}^2$ dan yang dipasang jenis kawat BC 1 x 50 mm².
 4. Masing – masing dari penangkal petir yang sudah terpasang memiliki sudut perlindungan proteksi $\alpha = 69,47^\circ$, tinggi $h = 110 \text{ m}$ dan setiap penangkal petir mempunyai luas kawasan yang dilindungi $A = 33571,5 \text{ m}^2$.

5. Jika salah satu penangkal petir yang dipasang mengalami kerusakan atau perbaikan maka penangkal petir yang lain masih dapat melindungi kawasan

4.2. Saran

1. Untuk bagian pengurusan fasilitas dan perawatan pada Kantor Otoritas Bandar Udara Wilayah VI Padang agar melakukan pemeliharaan atau pemeriksaan secara berkala untuk menjaga penangkal petir dengan baik.
2. Perlu dilakukan test commissioning secara berkala 1 x 2 tahun oleh Dinas Tenaga Kerja (Disnaker) sesuai Peraturan Menteri Tenaga Kerja Republik Indonesia Nomor : Per.02/Men/1989 tentang Pengawasan Instalasi Penyalur Petir.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Standarisasi Nasional (BSN). 2000. *Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000)*. Jakarta: Yayasan PUIL.
- [2] Bandri, S. (2012). Perancangan Instalasi Penangkal Petir Eksternal Gedung Bertingkat (Aplikasi Balai Kota Pariaman). *Jurnal Teknik Elektro*, 1(2), 12-18.
- [3] Daman suswanto, Sistem distribusi tenaga Listrik
- [4] Duanaputri, R., Joto, R., Wibowo, S. S., & Prasetyo, F. N. D. (2021). Perencanaan Instalasi Penangkal Petir Pada Bangunan Industri Bengkel Pembuatan Mesin CV. Karya Brawijaya. *ELPOSYS: Jurnal Sistem Kelistrikan*, 8(3), 92-97.
- [5] <https://bazitainspeksindo.com/artikel/jenis-jenis-penangkal-petir>
- [6] <https://www.antipetir.co.id/penangkal-petir-guardian/>
- [7] Mulyadi, Z., Usrah, I., & Andang, A. (2023). Perencanaan Sistem Proteksi Penangkal Petir di Stadion Sakti Lodaya Kecamatan Cisayong Kabupaten Tasikmalaya. *Journal of Energy and Electrical Engineering*, 4(2).
- [8] Safarudin, I., Hernandez, A., & Hutapea, G. (2021). Studi Kegagalan Perlindungan Kawat Tanah Terhadap Sambaran Petir Pada Saluran Transmisi 150 Kv. *JURNAL TEKNOLOGI ENERGI UDA: JURNAL TEKNIK ELEKTRO*, 10(2), 60-67.
- [9] Saragih, B., Siburian, J. M., & Purba, J. L. (2020). Sistem Penangkal Petir Pada Gedung Kemang Gallery Medan. *Jurnal Teknologi Energi Uda: Jurnal Teknik Elektro*, 9(1), 44-61.
- [10] Setyawan Wahyu Pratomo ST, M. T. (2018). PERANCANGAN SISTEM PENANGKAL PETIR EKSTERNAL PADA AIRNAV INDONESIA CABANG YOGYAKARTA.
- [11] Siburian, J. M., Jumari, J., & Hutagalung, T. M. (2019). Studi Sistem Penangkal Petir Pada Menara Lampu Penerangan Parkir Bandara Kualanamu. *JURNAL TEKNOLOGI ENERGI UDA: JURNAL TEKNIK ELEKTRO*, 8(2), 73-80.
- [12] Suprijono, G. (2015). Sistem Proteksi Petir Dan Sistem Grounding Pada Instalasi Vital Di PT. TELKOM Tegal. *Power Elektronik: Jurnal Orang Elektro*, 4(2).
- [13] Suryadi, A. (2017). Perancangan Instalasi Penangkal Petir Eksternal Metoda Franklin pada Politeknik Enjinering Indorama. *Jurnal Sinergi*, 21(3).
- [14] Syafriyuddin, M. S., & Subandi, M. (2019). Analisa Perencanaan Penangkal Petir Pada Gedung Kampus Bima Sakti IST Akprind Yogyakarta. *Semin. Lokal Teknoka*, 4, 1-8.