

Assessment Penyalur Petir Fuel Terminal Medan - Belawan

Andina Kusuma Dea ^{1,2*}, Melisa Mulyadi¹

¹Program Studi Program Profesi Insinyur, Fakultas Biosains, Teknologi, dan Inovasi, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya, Jalan Jenderal Sudirman 51 Jakarta 12930

²PT Intesco Global Internusa, Jalan Pejaten Raya No.09 A, RT.1/RW.7, Pejaten Bar., Ps. Minggu, Kota Jakarta Selatan, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 12510

Article Info

Article history:

Received
19 Desember 2024

Accepted
24 Maret 2025

Keywords:

lightning conductor, PT Pertamina Patra Niaga, lightning protection system.

Abstract

Lightning protection system are systems designed to protect buildings and structures from the hazardous effects of lightning by safely diverting the electrical energy generated by lightning into the ground. This assessment aims to evaluate the existing lightning protection system at the Fuel Terminal Medan - Belawan site and provide improvement recommendations for both the Internal & External Lightning Protection System at PT Pertamina Patra Niaga Regional Sumbagut. This includes: Protection Methods, Equipment Types, Equipment Specifications, Equipment Quantity, and Installation Points required to achieve adequate lightning protection in accordance with applicable standards, presented in the form of a master plan document.

Info Artikel

Histori Artikel:

Diterima:
19 Desember 2024

Disetujui:
24 Maret 2025

Kata Kunci:

Kondutor petir, PT Pertamina Patra Niaga. Penyalur Petir

Abstrak

Sistem penyalur petir merupakan sistem yang dirancang untuk melindungi bangunan dan struktur dari dampak bahaya petir dengan cara mengalihkan energi listrik yang dihasilkan oleh petir ke tanah secara aman. Penilaian ini bertujuan untuk mengevaluasi sistem perlindungan petir yang ada di lokasi Terminal Bahan Bakar Minyak (TBBM) Medan - Belawan dan memberikan rekomendasi perbaikan untuk Sistem Penyalur Petir Internal & Eksternal di PT Pertamina Patra Niaga Regional Sumbagut. Ini mencakup: Metode Perlindungan, Jenis Peralatan, Spesifikasi Peralatan, Jumlah Peralatan, dan Titik Instalasi yang diperlukan untuk mencapai perlindungan petir yang memadai sesuai dengan standar yang berlaku, yang disajikan dalam bentuk dokumen rencana induk.

1. PENDAHULUAN

Berdasarkan Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) Petir merupakan kilatan cahaya yang menyambar di udara, sering disertai suara guruh, yang terjadi karena pelepasan muatan listrik antara awan dengan bumi atau antar awan. Petir melepaskan muatan listrik ke benda yang terdekat dengan awan, semakin tinggi benda semakin besar peluang terjadinya sambaran petir. Indonesia merupakan negara tropis yang dikelilingi lautan, sehingga negara Indonesia memiliki kepadatan sambaran petir yang tinggi.

PT Pertamina Patra Niaga sebagai perusahaan yang bergerak di industri energi dengan melakukan operasional penerimaan, penimbunan & penyaluran minyak & gas bumi yang bersifat flammable atau mudah terbakar perlu mengupayakan kondisi operasional yang aman dari berbagai risiko penyebab kebakaran, salah satunya akibat sambaran petir. Oleh

*Corresponding author. Andina K. Dea
Email address: andinakusmadea@gmail.com

karena itu, PT Pertamina Patra Niaga harus dapat memastikan seluruh lokasi kerja atau instalasi yang dimiliki telah memiliki sistem proteksi petir yang cukup dan handal.

Untuk mengatasi permasalahan yang terjadi akibat sambaran petir maka dilakukan evaluasi terkait sistem proteksi eksternal pada bangunan dan asset. Hasil evaluasi tersebut menunjukkan sistem proteksi petir menggunakan jenis early streamer emission (ESE) untuk perlindungan dari sambaran petir. Metode rolling sphere digunakan untuk menentukan daerah perlindungan dari jenis konvensional dan early streamer emission. Standar yang digunakan dalam pekerjaan sesuai dengan hasil laporan Assessment Lightning Protection Systems yakni standar NFPA 780, NF C 17-102, dan standar IEC 62305. Adapun pelaksanaan Assessment Lightning Protection ini berada di lokasi Fuel Terminal Medan - Belawan.

2. METODE PELAKSANAAN

Metode pelaksanaan saat melakukan Assessment Penyalur Petir sebagai berikut:

2.1. Rancangan Sistem Terminasi Udara

Mengacu pada standar SNI 03-7015-2004 terdapat 3 (tiga) metode untuk menentukan titik penempatan terminasi udara (air terminal) dan untuk mengetahui daerah yang diproteksi.

Tabel 1.
LPS Yang Terpasang di Area Tangki 1 dan Tangki 2

Protection Level	h(m)	20	30	45	60	Mesh Width (m)
Tingkat proteksi		a ⁰	a ⁰	a ⁰	a ⁰	Lebar mata jala (m)
	R(m)					
I	20	25	*	*	*	5
II	30	35	25	*	*	10
III	45	45	35	25	*	10
IV	60	55	45	35	25	20

*Rolling sphere and mesh only apply in these cases.

*Hanya menggunakan bola bergulir dan jala dalam kasus ini.

2.2. Metode Rolling Sphere

Menurut standar IEC 62305 metode rolling sphere (RSM) dibayangkan sebagai bola khayal dengan radius R yang bergulir pada suatu objek. Titik sentuh bola khayal pada objek merupakan lokasi yang akan disambar petir sehingga seluruh titik tersebut harus dilindungi. Titik sentuh bola bergulir pada struktur adalah titik yang dapat disambar petir yang harus diproteksi oleh terminasi udara. Semua petir yang berjarak R dari ujung penangkap petir akan mempunyai kesempatan yang sama untuk menyambar bangunan. Besarnya R berhubungan dengan besar arus petir yang dinyatakan dengan persamaan:

$$R(m) = 10I^{0.65} \dots\dots\dots (1)$$

2.3. Metode sudut perlindungan (Protective Angle Method)

Sudut lindung sebuah air terminal dapat diukur dengan menggambarkan daerah lindung menggunakan metode bola gelinding. Sudut lindung adalah sudut diantara garis singgung bola gelinding yang mengenai terminal udara dengan permukaan tanah. Sudut lindung dapat dihitung dengan menggunakan persamaan Hasse dan Wiesinger sebagai berikut:

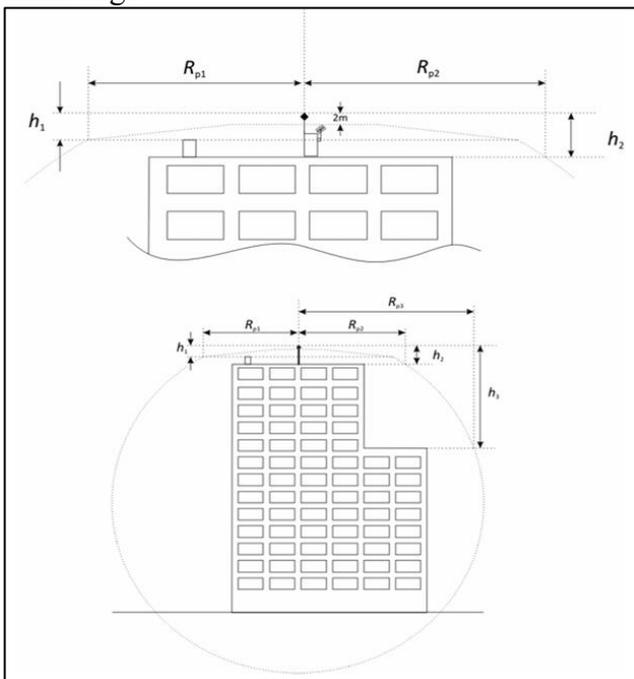
$$\alpha^\circ = \sin^{-1} \left(1 - \frac{h}{r} \right) \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :

- α° = sudut perlindungan
- h = tinggi bangunan (m)
- r = jarak sambar (m)

2.4. Metode Early Streamer Emission (Non-Konvensional)

Metode Early Streamer Emission (E.S.E) merupakan proteksi eksternal petir non-konvensional yang dikembangkan dari jenis proteksi eksternal petir konvensional. Mengacu pada standar NF C 17-102 tentang “Early Streamer Emission Lightning Protection System” Sebuah Terminal Udara Emisi Awal (ESEAT) terdiri dari satu titik pemancar, perangkat emisi, elemen pengikat, dan koneksi ke konduktor bawah. ESEAT sebaiknya dipasang di bagian tertinggi dari struktur. Itu harus menjadi titik tertinggi di dalam area yang akan dilindungi.



Gambar 1.
Jari-jari Perlindungan

Mengacu pada standar Perancis NF C 17-102 Jari-jari perlindungan ESEAT terkait dengan ketinggiannya (h) relatif terhadap permukaan yang akan dilindungi, efisiensinya, dan tingkat perlindungan yang dipilih.

$$Rp = \sqrt{h(2D - h) + \Delta L(2D + \Delta L)} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana,

- Rp = Radius dari proteksi dalam area horizontal dalam jarak vertical h dari ujung tipe ESE dari NCLR.
- h = Tinggi dari ujung atas terminal elemen yang diproteksi, untuk $h \geq 5$ m.
- D = 20 m untuk tingkat proteksi I
- D = 30 m untuk tingkat proteksi II
- D = 45 m untuk tingkat proteksi III
- D = 60 m untuk tingkat proteksi IV
- ΔL (m) = tambahan jarak

Tambahan jarak, ΔL didapat dari:

$$\Delta L = V \Delta T$$

Dimana,

$V(m/\mu s)$ = Rata-rata kecepatan dari *tracer* yang turun (10^6 m/s)

$\Delta T(\mu s)$ = Tambahan dalam waktu *spark* dari *leader* yang keatas diukur dalam kondisi lab.

$$\Delta T = T_{FR} - T_{ESE}$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Inspeksi

Data teknis yang terdaftar dalam dokumen perizinan Disnaker Fuel Terminal Medan - Belawan dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 2.

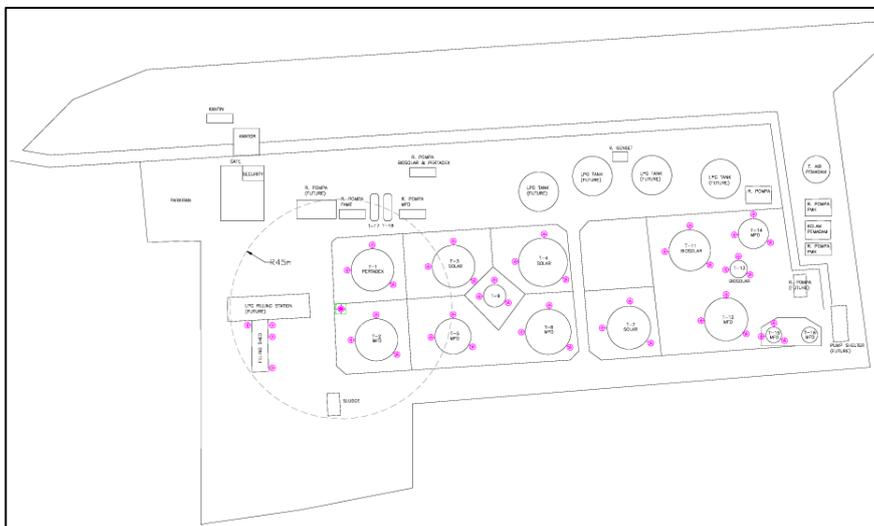
LPS Yang Terpasang di Area Tangki 1 dan Tangki 2

Nama	LPS Tangki Timbun 01 & Tangki Timbun 02
Jenis Penyalur Petir	Elektrostatik
Merk	Kurn R.150
Radius	Tidak Diketahui
<i>Down Conductor</i>	Kabel NYA 90 mm
Jenis Elektroda Bumi	Kabel BC (Bare Copper) 70 mm ²

Tabel 3.

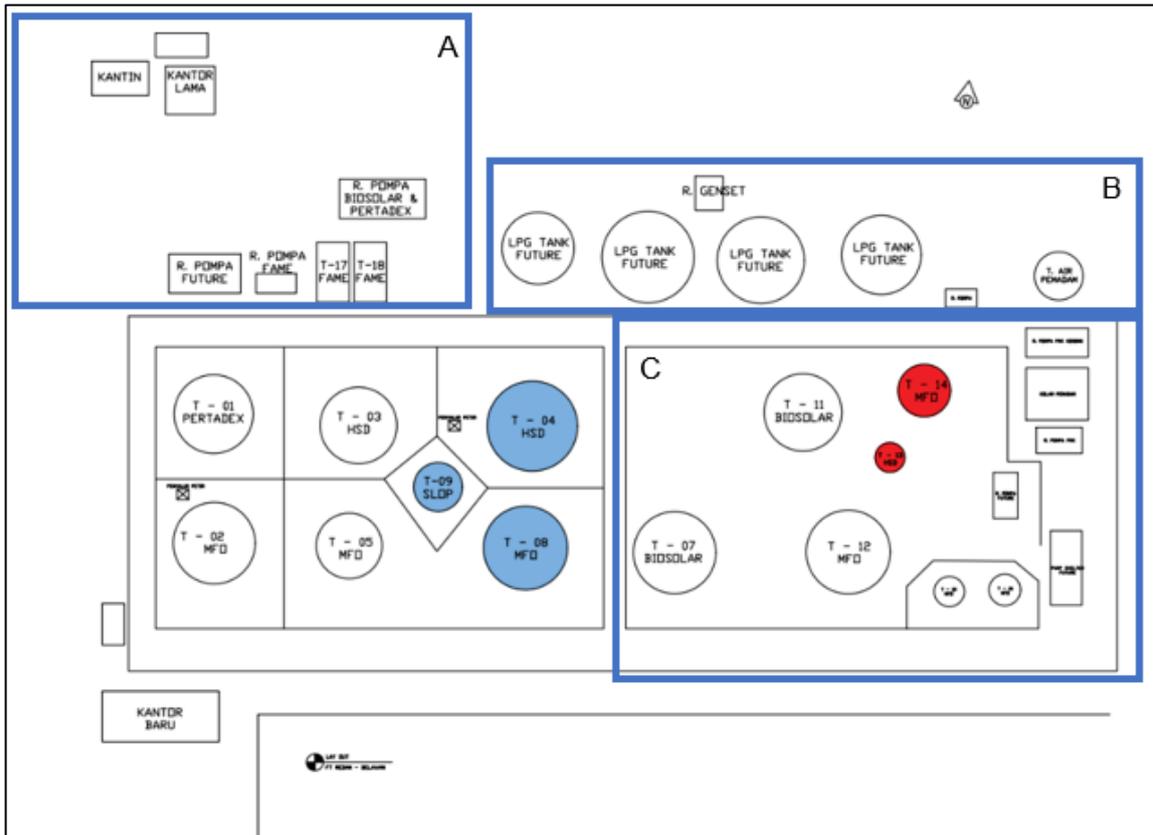
LPS Yang Terpasang di Area Tangki 3 dan Tangki 4

Nama	LPS Tangki Timbun 03 & Tangki Timbun 04
Jenis Penyalur Petir	Elektrostatik
Merk	Tidak Diketahui
Radius	Tidak Diketahui
<i>Down Conductor</i>	Tidak Diketahui
Jenis Elektroda Bumi	Tidak Diketahui



Gambar 2.

Radius penyalur petir existing dengan radius 45 m (*drawing* belum di update)



Gambar 3.

Area yang belum terproteksi sistem penyalur (*drawing* terbaru)

Berdasarkan hasil survey di lapangan, terdapat area tangki (Di dalam kotak biru) yang belum ada penyalur petir. Penentuan hasil yang sesuai atau tidak sesuai pada Lightning Protection pada Tangki di Instalasi Fuel Terminal ditentukan dari pemilihan tingkat proteksi untuk Sistem Penyalur Petir terhadap kemungkinan bahaya dan tingkat konsekuensi yang terjadi



Gambar 4.

Penyalur Petir Elektrostatik 1 Tangki 1 dan Tangki 2
(Sumber: Hasil survey di lapangan)



Gambar 5.
Penyalur Petir Elektrostatis 2 Tangki 3 dan Tangki 4
(Sumber: Hasil survey di lapangan)

Tabel 4.
Hasil Inspeksi Grounding

No.	Area	Syarat	Hasil Pengukuran	Keterangan	Dokumentasi
1.	Ruang monitor/Control Room, Ruang Pelumas dan Filling shield	<5 Ohm	N/A	Tidak ada Penyalur Petir	
2.	Penyalur Petir Tangki 1 – 2	<5 Ohm	N/A	Tidak bisa dilakukan pengujian karena tergenang air akibat banjir pasang air laut.	
3	Penyalur Petir Tangki 3 - 4	<5 Ohm	0.34 Ohm	Memenuhi syarat	

Tabel 5.
Inspeksi Dimensi Bangunan FT Medan Belawan

No.	Bangunan	Diameter/Lebar (Meter)	Tinggi (Meter)	Luas (Meter ²)
1	Kantor Baru	35	11.02	525
2	T-1	24.41	7.31	467.7
3	T-2	24.38	7.31	466.6
4	T-3	24.38	11.14	466.6
5	T-4	27.4	7.3	589.3
6	T-5	19.45	9.287	297.0
7	T-7	24.3	9.3	463.5
8	T-8	24.41	9.25	467.7
9	T-9	15.24	7.31	182.3
10	T-11	24.36	9.24	465.8
11	T-12	24.36	11.12	465.8
12	T-13	9.13	7.7	65.4
13	T-14	17.04	9.14	227.9
14	T-15	9.12	6.14	65.3
15	T-16	9.12	6.14	65.3
16	Control Room	10	8.3	60
17	Tangki LPG	23.1	27.45	42.48

3.2 Analisa dan Perhitungan

Berdasarkan hasil kalkulasi dari Hari guruh yang di dapatkan dari BMKG didapatkan hasil bahwa area Fuel Terminal Medan Belawan berada di level II.

- a. Nilai Efisiensi

$$E \geq 1 - \frac{NC}{Nd}$$

$$E \geq 0.95$$

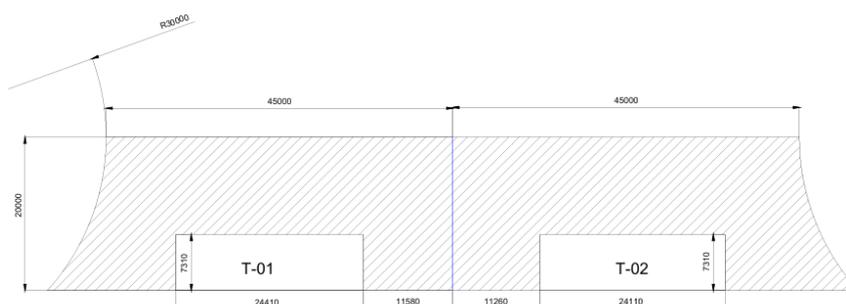
$$E = 95\%$$

Nilai $E = 0.95$ berada di tingkat proteksi II dengan nilai efisiensi di antara 95%. Oleh karena itu tingkat proteksi pada area tangki 1-4 pada Fuel Terminal Belawan adalah level II.

- b. Radius Proteksi (R_p) Penyalur Petir Elektrostatis Tangki 1 dan Tangki 2

$$R_p = \sqrt{h(2D - h) + \Delta L(2D + \Delta L)}$$

$$R_p = 88.41 \text{ m}$$



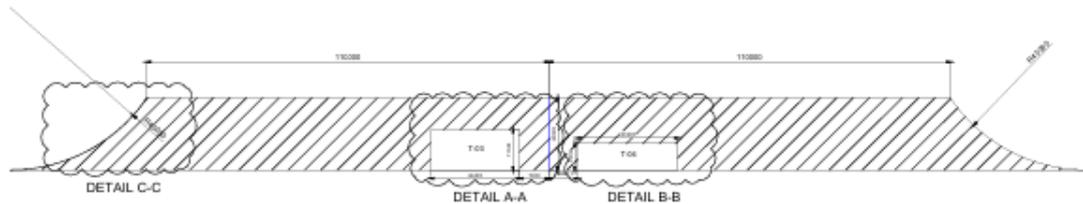
Gambar 6.

Tampak Samping Radius Penyalur Petir Elektrostatis Area Tangki 1 dan Tangki 2

c. Radius Proteksi (R_p) Penyalur Petir Elektrostatis Tangki 3 dan Tangki 4

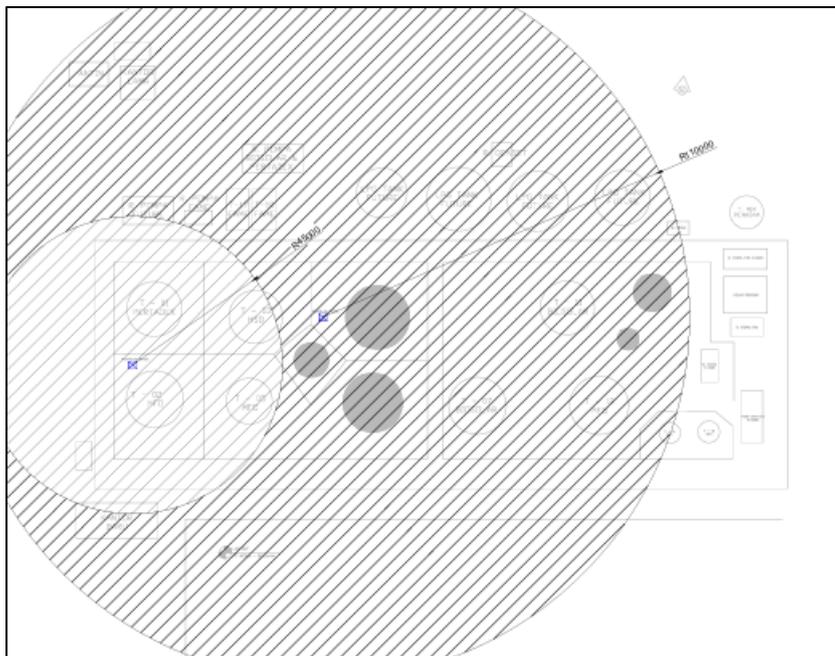
$$R_p = \sqrt{h(2D - h) + \Delta L(2D + \Delta L)}$$

$$R_p = 110.121 \text{ m}$$



Gambar 7.

Tampak Samping Radius Penyalur Petir Elektrostatis Area Tangki 1 dan Tangki 2



Gambar 8.

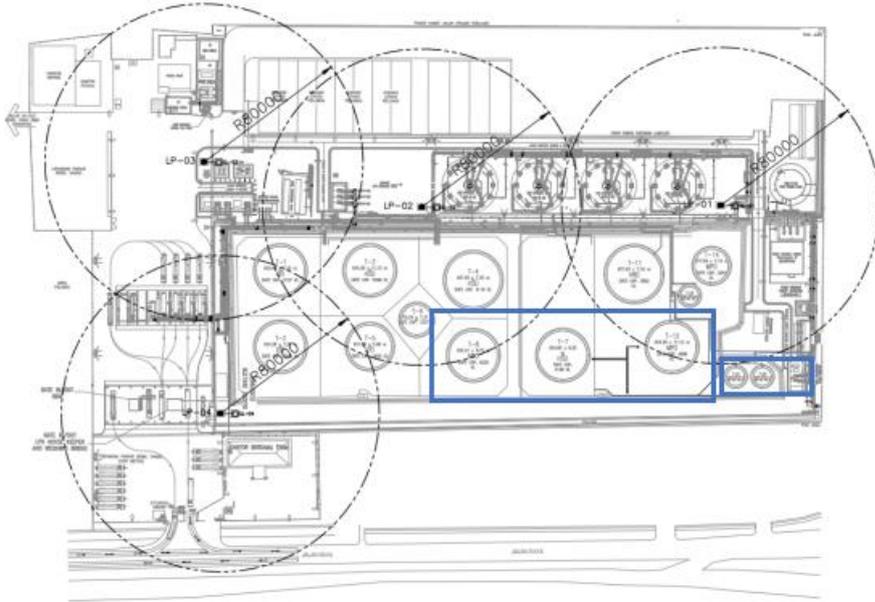
Layout Radius Penyalur Petir Existing

(Sumber: Hasil pengolahan data)

3.3 Kajian Radius Coverage Area

Berdasarkan hasil dari tinjauan dan analisa lapangan bahwa radius LPS belum memproteksi seluruh area Fuel Terminal Belawan. Dikarenakan LPS yang terpasang sesuai dari Gambar 2. engineering nomor PPN-TBM-MDN-DWG-LIG-002 tertera radius 45 m. Tinjauan lapangan terdapat bangunan dan Tangki berada di luar radius proteksi dengan bangunan tertinggi (Tangki LPG) 27.45 m.

Mengacu pada Perencanaan Gambar 7. as built drawing BLW-30-DG-008-A3 terdapat 4 (empat) titik pemasangan LPS dengan radius masing-masing R 80, akan tetapi masih terdapat spot area belum terproteksi.



Gambar 9.
Gambar Perencanaan Layout Electrical Grounding & Lightning Layout

<p>Dokumen actual di lapangan</p>	<p>Hasil visualisasi LPS yang terpasang</p>															
<p>ERITECH® SYSTEM 3000 ERITECH® DYNASPHERE AIR TERMINAL</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>702085</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>702089</p> </div> </div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Reference code</th> <th>Part No.</th> <th>Description</th> <th>Unit</th> <th>Weight kg</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>D/SMKIV-SS</td> <td>702085</td> <td>ERITECH® DYNASPHERE</td> <td>1</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>INTMKIV-SS</td> <td>702089</td> <td>ERITECH® INTERCEPTOR</td> <td>1</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>	Reference code	Part No.	Description	Unit	Weight kg	D/SMKIV-SS	702085	ERITECH® DYNASPHERE	1	5	INTMKIV-SS	702089	ERITECH® INTERCEPTOR	1	2	
Reference code	Part No.	Description	Unit	Weight kg												
D/SMKIV-SS	702085	ERITECH® DYNASPHERE	1	5												
INTMKIV-SS	702089	ERITECH® INTERCEPTOR	1	2												
<p>Produk Erico-Eritech</p>	<p>Produk Kurn</p>															

Gambar 10.
Penyalur Petir Elektrostatis Tangki 1 & Tangki 2

Berdasarkan Tabel 6. hasil temuan dokumen SUKET dan Visual LPS terpasang tidak sesuai. Tidak menemukan data teknis visual LPS terpasang jadi tidak dapat diketahui radius proteksinya.

Tabel 6.

Penyalur Petir Elektrostatis Tangki 3 & Tangki 4



Hasil visualisasi LPS terpasang



Produk Viking V6

Berdasarkan Tabel 6 hasil temuan Visual LPS terpasang tidak sesuai. Tidak menemukan data teknis visual LPS terpasang jadi tidak dapat diketahui radius proteksinya.

1. Kecakupan penyalur petir
Berdasarkan LPS eksisting **belum memproteksi** seluruh area Fuel Terminal Belawan.
2. Penambahan penyalur petir
Penambahan titik penyalur petir dengan R.120 pada perencanaan as built drawing.



Gambar 11.

Penampakan Layout Radius R.120
(Sumber: Hasil pengolahan data)

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Kesimpulan penelitian ini adalah:

- PT Pertamina Patra Niaga harus dapat memastikan seluruh lokasi kerja atau instalasi yang dimiliki telah memiliki sistem proteksi petir yang cukup dan handal, untuk mengupayakan kondisi operasional yang aman dari berbagai risiko penyebab kebakaran, salah satunya akibat sambaran petir.
- Jenis proteksi petir yang digunakan pada instalasi Fuel Terminal Belawan yaitu elektrostatik.

4.2. Saran

Saran dari penelitian ini adalah:

- *Me-update* dokumen drawing radius penyalur petir sesuai dengan aktual.
- Menambahkan penyalur petir di area yang belum tercover.
- Menjaga nilai tahanan pentahanan di bawah 5Ω .
- Menambahkan counter LPS dan Obstruction Lamp pada Tower Penyalur Petir Elektrostatik 2 Tangki 3 & 4.
- Penambahan penyalur petir konvensional pada Gedung/Bangunan yang belum terpasang penyalur petir.
- Penambahan tagging pada LPS.
- Menambahkan arrester di setiap panel yang untuk melindungi peralatan elektronik dan instrument untuk mengantisipasi efek dari sambaran petir.

5. DAFTAR PUSTAKA

1. Badan Standardisasi Nasional. (2004). *Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura* . Jakarta: BSN.
2. Pratama, R.B., Negara, I.M. Y., dan Fahmi, D. (2016). Analisis Sistem Proteksi Petir Eksternal pada Pabrik 1 PT. Petrokimia Gresik . *Jurnal Teknik ITS*, vol 5 No.2.

3. Rohani. (2017). Evaluasi Sistem Penangkal Petir Eksternal Di Gedung Rektorat Universitas Negeri Yogyakarta . *Jurnal Edukasi Elektro*, Vol. 1, No. 2.
4. Hosea, E. (2004). Penerapan Metode Jala, Sudut Proteksi dan Bola Bergulir Pada Sistem Proteksi Petir Eksternal yang Diaplikasikan pada Gedung W Universitas Kristen Petra. *Jurnal Teknik Elektro*, Vol. 4, No. 1.
5. Messelinus Christian, D. (2017). *Evaluasi Sistem Proteksi Petir Eksternal Pada Pabrik Pt Pupuk Sriwijaya* . Surabaya: Fakultas Teknik Elektro - ITS. (Tidak ada dalam Sitasi)
6. UTE. (2011). *Early Streamer Emission Lightning Protection Systems*. Prancis: Union Technique de l'Electricite (UTE).
7. Wongso, S. (2022). Studi Perencanaan Proteksi Tegangan lebih Eksternal Petir di PLTS 1,5 MW Universitas Tanjungpura. *Jurnal of Electrical Engineering, Energy, and Information Technology*, Vol 10., No. 2 .