

Perencanaan Sistem Proteksi Petir di Pabrik Pengolahan Getah Karet *Afdeling* Cikukun

Obby Sri Rizares¹, Agung Trihasto², Andriyatna Agung Kurniawan³

¹²³ Universitas Tidar

E-mail: obbyrizares206@gmail.com¹, agungtrihasto@gmail.com², andriyatna@untidar.ac.id³

Article History:

Received: 20 November 2023

Revised: 27 November 2023

Accepted: 29 November 2023

Keywords: *lighting protection, electrode, grounding.*

Abstract: Tahun 2021 pabrik pengolahan getah karet pernah mengalami sambaran petir, akibat kejadian ini pihak perusahaan mengalami kerugian ditaksir mencapai ratusan juta rupiah. Berdasarkan data BMKG tahun 2021 wilayah provinsi Jawa Tengah mengalami total sambaran petir hingga mencapai 796.235 sambaran. Belum adanya sistem proteksi yang mumpuni menjadi salah satu penyebab utama kebakaran terjadi. Tujuan penelitian adalah melakukan perencanaan sistem proteksi petir tipe elektrostatis di pabrik pengolahan karet. Metode tiga titik digunakan untuk mengetahui nilai resistansi jenis tanah di kawasan pabrik dengan menggunakan elektroda batang sepanjang 2 meter. Perhitungan indeks berdasarkan standar PUIPP dan SNI 03-7015-2004 menunjukkan tingkat dianjurkan dalam pemasangan sistem proteksi petir. Hasil yang diperoleh dari pengukuran di tiga titik berbeda nilai rata-rata tahanan jenis tanah berturut turut adalah 4,98 ohm, 6,61 ohm dan 5,92 ohm. Jenis terminal udara yang digunakan menggunakan jenis kurn R85 dengan luas area perlindungan sebesar 23,223,14 m². Dari hasil perhitungan bahwa sambaran yang terjadi diharapkan terjadi untuk satu kali sambaran adalah setiap 1,26 tahun. Dan resiko kegagalan perlindungan yang dapat terjadi adalah satu kegagalan untuk setiap 32,872 tahun. Jumlah anggaran yang perlu dipersiapkan untuk membangun sebuah sistem proteksi petir merek Kurn R85 dengan tiang monopole adalah sebesar Rp. 26,720,031 dengan PPN 11% menjadi Rp 29.659,234.

PENDAHULUAN

PT. Perkebunan Nusantara IX Kebun Kawung *Afdeling* Cikukun merupakan salah satu pabrik pengolahan getah karet dibawah naungan PT Perkebunan Nusantara IX, terletak di Kecamatan Wanareja Kabupaten Cilacap. Pabrik pengoahan karet wilayah Cikukun mempunyai

lima gedung utama yakni gedung kantor, gedung pengolahan, gedung pengasapan, gedung sortir, dan bengkel. Salah satu bangunan yakni gedung tempat pengasapan pada Rabu (8/12/2021) mengalami kebakaran karena sambaran petir. Akibat kejadian ini pihak perusahaan mengalami kerugian ditaksir mencapai ratusan juta rupiah (Belarminus & Fadlan Mukhtar Zain, 2021).

Evaluasi sistem proteksi petir dilakukan pada kawasan industri tekstil di Turki. Penelitian dilakukan untuk melindungi dampak kerusakan akibat sambaran petir sesuai dengan standar Turki. Metode penelitian yang digunakan yakni melakukan pengukuran tahanan pentanahan proteksi petir dengan memperhatikan desain fisik kabel konduktor. Hasil yang didapatkan bahwa diperlukan penambahan batang finial proteksi petir sejumlah 14 buah untuk bisa melindungi area pabrik dari bahaya sambaran petir (Uyduur, 2022).

Pembahasan mengenai jenis proteksi petir yang layak digunakan untuk kawasan pertanian dan perkebunan dilakukan di Italia. Jumlah sambaran petir di Italia mencapai sekitar 600.000 sambaran per tahunnya. Dengan jumlah sambaran petir tersebut akan sangat membahayakan untuk struktur tanah pertanian dan perternakan. Hasil yang diperoleh bahwa diperlukan sistem proteksi eksternal dan sistem proteksi internal di sekitar ladang pertanian dan perkebunan. Untuk mencapai nilai tahanan yang sesuai standar perlu menancapkan elektroda batang sedalam 6 m dibawah permukaan tanah (Santoro dkk, 2019).

Evaluasi sistem pentanahan akibat implus petir dilakukan di gedung sekolah tinggi sains dan teknik. Perubahan pola cuaca di kaki pegunungan Himalaya mempengaruhi intensitas petir selama bertahun-tahun. *College of Sciences and Technology (CST)* merupakan salah satu perguruan tinggi yang mengalami kejadian sambaran petir sekitar 12-16 per km² setiap tahun. Dalam penelitian dilakukan evaluasi resiko bangunan terhadap sambaran petir. Hasil yang diperoleh bahwa sistem pentanahan yang buruk diluar batas standar *IEEE 62305*. Akibat yang ditimbulkan dari sistem pentanahan yang buruk yakni timbulnya implus petir yang merusak peralatan elektronik didalam gedung sekolah tersebut (Tenzin, 2023).

Perbandingan jenis proteksi petir jenis konvensional dan non konvensional dilakukan di industri bengkel. Penelitian bertujuan untuk membandingkan efektifitas kedua jenis proteksi petir dari segi perlindungan, teknis dan ekonomis. Hasil yang diperoleh bahwa untuk merencanakan sistem proteksi petir dengan metode konvensional memerlukan 9 finial terminasi udara sedangkan untuk metode elektrostatis dengan 1 finial terminasi udara yang dipasang di atap gedung sudah mampu melindungi seluruh bangunan dari bahaya sambaran petir (Duanaputri, 2021). Dalam melakukan perencanaan sistem proteksi petir mengacu pada standar PUIPP (Perauran Umum Instalasi Penyalur Petir) 1983. Standar maksimal pentanahan penangkal petir berdasarkan PUIL (Persyaratan Umum Instalasi Listrik) 2011 adalah sebesar 5 ohm (PUIL, 2011).

Berdasarkan survei pendahuluan yang dilakukan bahwa kawasan pabrik pengolahan getah karet afdeling Cikukun belum dilengkapi dengan sistem proteksi petir yang mumpuni. Sehingga diperlukan sebuah perencanaan sistem proteksi petir sesuai standar Peraturan Umum Instalasi Proteksi Petir (PUIPP) dan Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) untuk melindungi area kawasan pabrik dari sambaran petir. Agar kejadian kebakaran akibat sambaran petir tidak terulang kembali

LANDASAN TEORI

Sistem proteksi petir merupakan sebuah kesatuan sistem yang terdiri atas terminal udara, kabel penghantar dan pentanahan untuk mengurangi bahaya petir dari sebuah bangunan atau objek. Sistem proteksi petir harus bisa melindungi semua bagian dari suatu gedung dan termasuk

manusia serta peralatan yang ada didalamnya terhadap bahaya dan kerusakan akibat sambaran petir (Taruno, 2019).

Petir

Petir adalah suatu peristiwa yang terjadi dalam atmosfer karena ada pelepasan muatan listrik, fenomena tersebut diakibatkan oleh ion bebas yang mengelompok dengan muatan positif dan negatif di awan atau ion listrik yang dihasilkan oleh persinggungan diantara awan. Kejadian ionisasi ini diakibatkan yaitu terdapat perubahan bentuk wujud air dari gas menjadi cair atau sebaliknya, atau perubahan es cair menjadi padat.. Ion bebas yang menempati bagian bawah awan dan bergerak bersama angin. Saat awan berkumpul di suatu area, awan bermuatan mempunyai beda potensial yang cukup untuk menyentuh tanah. Fenomena ini terjadi akibat gesekan antar awan, sehingga akan terbentuk elektron bermuatan yang menempati seluruh permukaan awan, karena elektron ini saling menguatkan sehingga memiliki beda potensial yang akan saling bertumbukan di permukaan bumi (Cooray, 2010).

Penentuan Kebutuhan Proteksi Petir Berdasarkan PUIPP 1983

Perhitungan jumlah kebutuhan bangunan akan perlindungan dari sambaran petir berdasarkan PUIPP 1983 (Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, 1983) meliputi beberapa indeks yaitu : Indeks A berdasarkan kegunaan dan fungsi bangunan, indeks B berdasarkan konstruksi bangunan, indeks C berdasarkan tinggi bangunan, indeks D berdasarkan situasi bangunan dan indeks E berdasarkan berdasarkan data hari guruh. Penjumlahan indeks A,B,C,D, dan E akan menjadi acuan parameter apakah bangunan tersebut layak mendapatkan perlindungan proteksi petir seperti ditunjukkan tabel 1.

Tabel 1. penjumlahan indeks R

R	Perkiraan Bahaya	Pengamanan
< 11	Diabaikan	Tidak Perlu
=11	Kecil	Tidak Perlu
=12	Sedang	Dianjurkan
=13	Agak besar	Dianjurkan
=14	Besar	Sangat dianjurkan
>14	Sangat besar	Sangat perlu

Penentuan kebutuhan proteksi petir berdasarkan SNI 03-7015-2004

Untuk menentukan kebutuhan proteksi petir berdasarkan SNI 03-7015-2004 menggunakan persamaan :

1. Menghitung kerapatan sambaran petir ke tanah (N_g)
$$N_g = 0,04 \times T_d^{1,25}$$

Keterangan : T_d = jumlah hari guruh / tahun

2. Menghitung cakupan ekivalen (A_e)
$$A_e = ab + 6h(a+b) + 9\pi(h^2)$$

Keterangan :

- a = panjang area lokasi
- b = lebar area
- h = tinggi bangunan

3. Menghitung frekuensi sambaran petir pertahun
$$N_d = N_g \times A_e \times 10^{-6}$$

Perhitungan luas daerah proteksi

$$A_p = \pi \times r^2$$

Keterangan :

A_p = luas daerah proteksi;

R = radius proteksi (m).

Radius proteksi Kurn

Tabel 2. Proteksi Kurn

Tinggi	Kurn R85	Kurn R 150
3	69	133
10	76	140
20	86	150
30	96	160

Tinggi maksimum konduktor petir

$$R_p = (h+h') \tan \alpha^\circ$$

Keterangan :

R_p = radius proteksi (m);

H = tinggi titik sistem proteksi dari permukaan tanah (m);

H' = tinggi maksimum yang dapat dicapai dari konduktor (m);

α° = sudut proteksi.

Perhitungan Kegagalan Penangkal Petir

Apabila telah mengetahui suatu besaran dan suatu ketinggian batang vertikal penangkal petir maka dihitung besar arus yang akan mengakibatkan terjadinya penangkal petir.

$$X_a = \sqrt{2 \cdot H \cdot r_s \cdot H^2}$$

$$R_s = 9,4 \cdot I^{2/3}$$

Maka didapat dari kedua persamaan diatas

$$X_a = \sqrt{2 \cdot H \cdot 9,4 \cdot I^{2/3} - H^2}$$

Atau arus maksimum yang dapat menyebabkan kegagalan adalah :

$$I = [X_a^2 + H / 18,8 \cdot H]^{3/2} \text{ kA}$$

Keterangan :

X_a = jarak perlindungan antara proyeksi perlindungan petir pada bidang dan batasan dari daerah perlindungan (m);

H = ketinggian batas perlindungan (m);

R_s = jarak sambaran (m).

Kemungkinan besar arus kurang atau sama dengan 1 dari harga yang didapat pada persamaan dan dihitung kemungkinan dari arus 1 ka untuk melebihi dapat dituliskan :

$$P_1 = \frac{1}{1 + \left(\frac{1}{25}\right)^2}$$

Setelah mendapat harga-harga P_1 dapat diketahui kemungkinan arus lebih kecil atau sama dengan 1 yang menghasilkan suatu kegagalan

$$P_{IF} = (1 - P_1)$$

Keterangan :

P_{IF} = Kemungkinan arus lebih kecil dari 1 kA;

P_1 = kemungkinan melebihi arus 1 kA.

Sambaran yang diharapkan pertahun

Untuk mengetahui resiko kegagalan perlindungan jumlah sambaran yang diharapkan akan terjadi

pada suatu daerah, perlu diketahui jumlah sambaran petir (No) dan persamaan kenaikan pada permukaan seperti ditunjukkan pada persamaan :

$$S = ab + 4(a+b) + 4h^2$$

Keterangan :

A = lebar wilayah lindung (m);

B = panjang wilayah lindung (m);

H = ketinggian bangunan (m).

Hasil perkalian persamaan dengan jumlah sambaran petir No dapat ditentukan sambaran yang diharapkan dan dapat dinyatakan dengan :

$$N_L = S \cdot N_o$$

Resiko kegagalan sebuah sistem penangkal petir dapat diketahui dengan persamaan :

$$P_{fr} = P_{IF} \cdot N_L$$

Keterangan :

P_{fr} = resiko kegagalan perlindungan;

P_{IF} = kemungkinan arus lebih kecil dari 1 (Ka);

N_L = sambaran yang diharapkan pertahun (sambaran tahunan).

Elektoda pentanahan

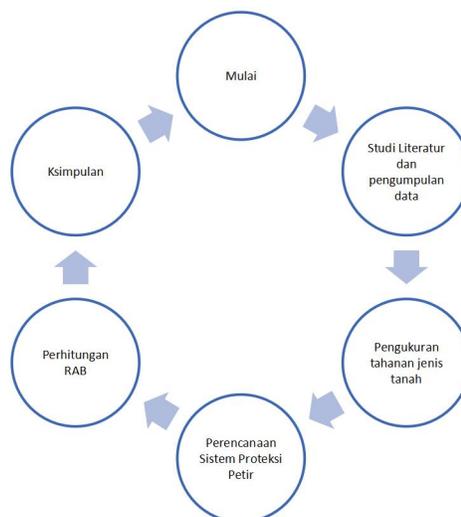
Batas toleransi nilai tahanan pentanahan berdasarkan PUIL (2011) adalah sebesar 5 ohm. Apabila nilai yang diperoleh dari hasil pengukuran tidak memenuhi standar PUIL salah satu metode yang bisa digunakan adalah dengan melakukan paralel elektroda :

$$\frac{1}{R_{pararel}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_n}$$

Keterangan : R = tahanan elektroda

METODE PENELITIAN

Dalam melakukan penelitian diperlukan tahapan-tahapan agar penelitian dapat berjalan dengan baik. Tahapan itu tertuang pada sebuah diagram alir seperti ditunjukkan gambar:



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Tahapan awal penelitian dimulai dari proses pencarian literatur dan pengumpulan data terkait proteksi petir, pentanahan dan data hari guruh. Setelah itu dilakukan pengukuran tahanan

jenis tanah dengan menggunakan metode tiga titik menggunakan alat ukur earth tester *Chekmen*. Tahapan selanjutnya adalah melakukan perencanaan sistem proteksi petir tipe elektrostatik yang mengacu pada standar SNI 03-7017-2004, PUIPP 1983 dan PUIL 2011. Apabila perencanaan sudah sesuai dengan standar yang berlaku tahapan berikutnya adalah melakukan proses perhitungan RAB yang mengacu harga satuan upah, harga satuan bahan, dan harga satuan alat. Kemudian dilakukan proses tahap akhir yaitu pengambilan kesimpulan dan analisis terkait proteksi yang telah ditentukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data dimensi bangunan

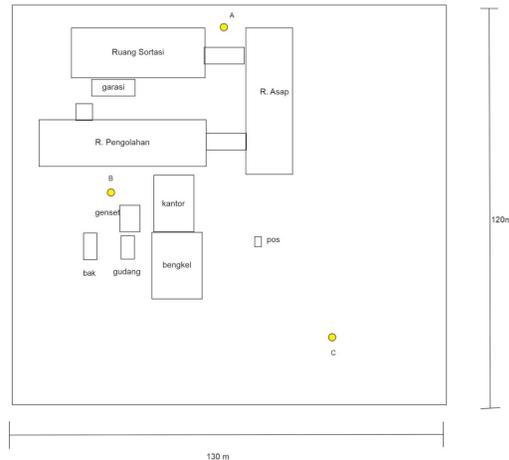
Tabel 3. data dimensi bangunan

Nama gedung	p	l	t
Ruang sortasi	40 m	15 m	7,5 m
Ruang asap	42 m	12 m	13 m
Ruang pengolahan	46 m	12 m	7,5 m
Ruang kantor	16 m	10 m	7,5 m
Bengkel	20 m	15 m	8 m
Ruang genset	6 m	8 m	3,5 m
Gudang	7 m	4 m	6 m
Bak air	8 m	4 m	2 m
Pos	3 m	2 m	3 m

Tahap awal dalam penelitian adalah dengan melakukan pengukuran resistansi tahanan elektroda di tiga titik berbeda yaitu titik A, titik B dan titik C menggunakan elektroda batang dengan kedalaman 2 meter.

Tabel 4. Pengukuran resistansi tahanan tanah

Nama	Hasil Pengukuran		
	I	II	III
Titik A	4,99	4,96	5,01
Titik B	6,56	6,65	6,63
Titik C	5,95	5,92	5,91



Gambar 2. Lokasi pengukuran tahanan elektroda

Dari hasil pengukuran di tiga titik berbeda nilai resistansi tanah di sekitar pabrik pengolahan karet termasuk dalam kategori cukup baik karena ketika melakukan proses pengukuran wilayah tempat lokasi penelitian sedang mengalami musim kemarau yang cukup panjang. Namun dari ketiga titik yang diukur hanya akan diambil satu titik yang dijadikan tempat peletakan elektroda penangkal petir yaitu titik B.

Menghitung kebutuhan proteksi petir berdasarkan PUIPP 1983

Tabel 5. kebutuhan proteksi petir berdasarkan PUIPP 1983

Nama gedung	Nilai R	Perkiraan bahaya
Ruang sortasi	13	Agak besar
Ruang asap	14	Sangat besar
Ruang pengolahan	13	Agak besar
Ruang kantor	12	Sedang
Bengkel	12	Sedang
Ruang genset	10	Kecil
Gudang	9	Kecil
Bak air	10	Kecil
Pos	9	Kecil

Menghitung kebutuhan proteksi petir berdasarkan SNI 03-7015-2004

1. Menghitung Ng

$$Ng = 4.10^{-2} \cdot Td^{1,25}$$

$$Ng = 4.10^{-2} \cdot 142^{1,25}$$

$$Ng = 0,04 \cdot 490,185$$

$$Ng = 19,607 \text{ sambaran / km}^2 \text{ / tahun}$$

2. Menghitung Ae

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

$$Ae = 120.130 + 6.13(120+130) + 9.3.14.13^2$$

$$Ae = 15600 + 78(250) + 4775,94$$

$$Ae = 39875,94 \text{ m}^2$$

3. Menghitung Nd

$$Nd = Ng \cdot Ae$$

$$Nd = 19,607 \cdot 39875,94$$

$$Nd = 7811847,55 \text{ m}^2$$

$$Nd = 0,781 \text{ km}^2$$

Menghitung luas daerah proteksi

$$Ap = \pi \cdot r^2$$

$$Ap = 3,14 \cdot (86)^2$$

$$Ap = 23.223,14 \text{ m}^2$$

Tinggi maksimum yang dapat dicapai

$$Rp = (h + h') \tan a$$

$$86 = (20 + h') \tan 60^\circ$$

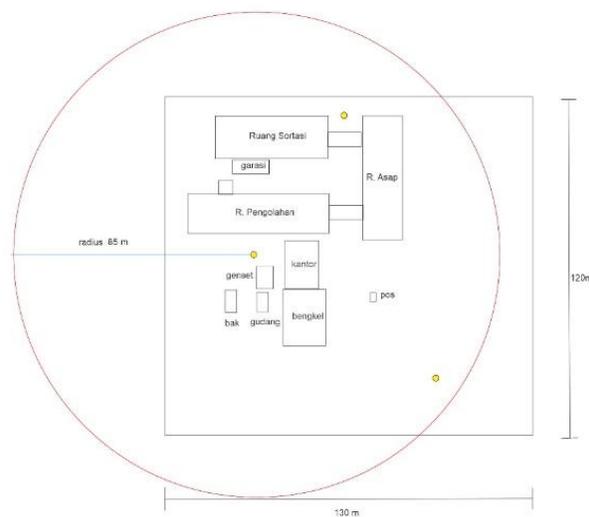
$$86 = (20 + h') 1,732$$

$$86/1,732 = (20 + h')$$

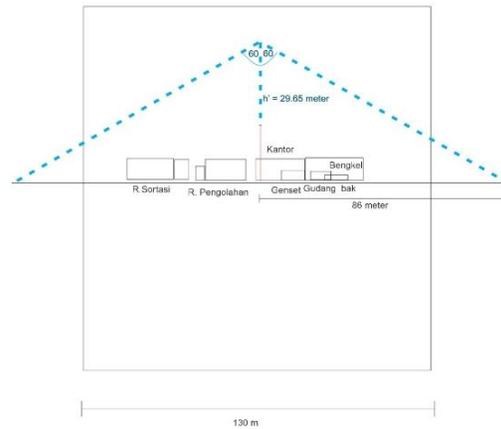
$$49,65 = 20 + h'$$

$$h' = 49,65 - 20$$

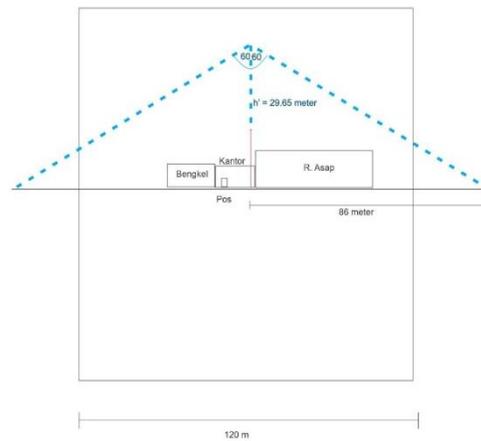
$$h' = 29,65 \text{ m}$$



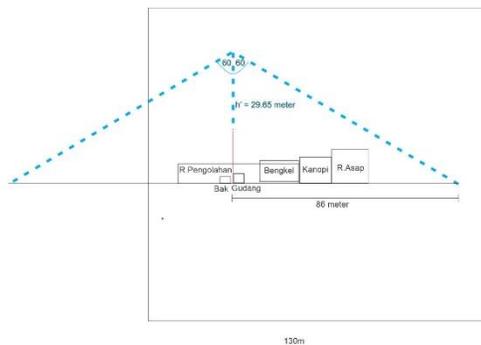
Gambar 3. radius proteksi tampak atas



Gambar 4. radius proteksi tampak timur



Gambar 5. radius proteksi tampak barat



Gambar 6. radius proteksi tampak samping

Gambar 3 sampai gambar 6 merupakan tampilan daeah proteksi menggunakan proteksi petir elektrostatis jenis kurn r 86 dengan *software coreldraw*. Terlihat bahwa dengan menggunakan jenis proteksi merek kurn r 86 yang dipasang pada tiang monopole 20 meter sudah mampu melindungi area pabrik dari bahaya sambaran petir. Pertimbangan pemasangan tiang monopole digunakan jika sewaktu-waktu pihak perusahaan hendak melakukan perluasan pabrik ataupun merenovasi bangunan pabrik, maka sistem proteksi yang telah ada tidak perlu dipindah ataupun di pasang ulang.

Resiko kegagalan proteksi

Dengan memilih arus minimum (dianjurkan 5 kA) dapat diketahui jarak sumber yang terjadi dengan memakai persamaan berikut :

$$R_s = 9,4 \cdot I^{2/3}, \text{ dimana } I = 5^2 = 25$$

$$R_s = 9,4 \cdot \sqrt[3]{25}$$

$$R_s = 9,4 \cdot 2,924$$

$$R_s = 27,5 \text{ meter}$$

Dengan diketahuinya dimensi luas bangunan, batas daerah proteksi dapat dicari dengan

$$X_a = \sqrt{2 \cdot H \cdot 9,4 \cdot I^{2/3} - H^2}$$

$$X_a = \sqrt{2 \cdot 49,65 \cdot 27,5 - 49,65^2}$$

$$X_a = 16,29 \text{ meter}$$

Arus maksimum yang dapat menggagalkan proteksi dapat dihitung dengan persamaan

$$I = [X_a^2 + H / 18,8 \cdot H]^{3/2} \text{ KA}$$

$$I = [16,29^2 + 49,65 / 18,8 \cdot 49,65]^{3/2} \text{ kA}$$

$$I = 5,002 \text{ kA}$$

Dari harga arus maksimum ini dicari kemungkinan untuk memperoleh serangan besaran arus akan berkurang atau sama dengan sebuah penghasil kegagalan didekatkan dengan persamaan parameter PIF, kemungkinan arus lebih kecil dari 1 kA, P1 kemungkinan melebihi arus 1 kA.

$$P_1 = \frac{1}{1 + \left(\frac{I}{25}\right)^2}$$

$$P_1 = \frac{1}{1 + \left(\frac{5,002}{25}\right)^2} = 0,961508$$

$$P_{IF} = (1 - P_1)$$

$$P_{IF} = (1 - 0,961508) = 0,03841$$

Kerapatan sambaran petir ditentukan dengan persamaan :

$$N_o = 0,15 \cdot T_d$$

$$N_o = 0,15 \cdot 142$$

$$N_o = 21,3 \text{ sambaran/tahun /km}^2$$

Persamaan penarikan sambaran petir pada permukaan daerah yang dilindungi ditentukan dengan persamaan :

$$S = ab + 4h(a+b) + 4h^2$$

$$S = 120.130 + 4.20(120.130) + 4.20^2$$

$$S = 37200$$

Sambaran yang diharapkan pertahun dapat diperoleh dengan persamaan :

$$N_L = S \cdot N_o$$

$$N_L = 37200 \cdot 21,3 \cdot 10^{-6}$$

$$N_L = 0,792 \text{ sambaran /tahun}$$

$$\text{Maka sambaran yang terjadi } \frac{1}{0,792} = 1,26 \text{ tahun}$$

Resiko kegagalan proteksi dihitung dengan persamaan :

$$P_{fr} = P_{IF} \cdot N_L$$

$$P_{fr} = 0,03841 \cdot 0,792$$

$$P_{fr} = 0,030420$$

$$\text{Seinggi kegagalan proteksi yang terjadi } \frac{1}{0,030420} = 32,873 \text{ tahun.}$$

Nilai yang diperoleh dari hasil pengukuran di titik B belum memenuhi standar PUIL 2011

yakni dibawah 5 ohm. Maka diperlukan penurunan nilai tahanan tanah dengan metode paralel elektroda.

Kedalaman 2 meter dengan 2 batang elektroda :

$$\frac{1}{R_{\text{pararel}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_{..}} + \frac{1}{R_n}$$

$$\frac{1}{R_{\text{pararel}}} = \frac{n}{R_{\text{rata-rata}}}$$

$$\frac{1}{R_{\text{pararel}}} = \frac{2}{6,613}$$

$$R_{\text{pararel}} = 3,30 \Omega$$

Dari hasil perhitungan untuk mendapatkan nilai hambatan pentanahan dibawah 5 ohm memerlukan paralel elektroda sebanyak 2 batang elektroda dengan panjang 2 meter. Jenis *down conductor* yang digunakan adalah tipe NYY 70 mm². Sesuai dengan standar minimum ukuran penangkal petir elektrostatis tipe Kurn 86 dengan minimal diameter 50 mm².

Perhitungan rencana anggaran biaya didasarkan pada analisa harga satuan upah, analisa harga satuan alat dan analisa harga satuan bahan. Rencana anggaran biaya yang harus dikeluarkan untuk membangun sebuah sistem proteksi petir elektrostatis dengan tian monopole 20 meter ditunjukkan pada tabel.

Tabel 6. perhitungan rencana anggaran biaya

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan	Jumlah Harga
1	Galian tanah kedalaman 2 m	m ³	1	79,343	79,343
2	Urug kembali galian	m ³	1	29,112	29,112
3	Galian tanah bak kontrol	m ³	1	66,167,3	66,167,3
4	Pembuatan dinding beton dan lantai beton bak kontrol	m ³	1	182,059,54	182,059,54
5	Pemasangan dan pembuatan penutup bak kontrol berbahan besi	unit	1	152,168,2	152,168,2
6	Pemasangan elektroda pentanahan	unit	2	630,000	1,260,000
7	Pemasangan tiang monopole	unit	1	20,187,578	20,187,578
8	Pemasangan terminal udara	unit	1	1,403,550,8	1,403,550,8
9	Pemasangan down conductor NYY 70 mm ²	m	22	189,048,7	4,159,071
Total					26,720,031

Analisa biaya yang harus dikeluarkan adalah sebesar Rp 26, 720,031 dengan ppn 11% menjadi Rp29,659,234,-. jika dibandingkan dengan kerugian yang terjadi akibat sambaran petir maka analisa biaya yang dikeluarkan untuk membangun sebuah sistem proteksi petir termasuk dalam investasi yang diperlukan bagi pihak perusahaan untuk bisa memberikan kenyamanan kepada pekerja dan keamanan aset yang dimiliki dari bahaya sambaran petir.

KESIMPULAN

Pabrik pengolahan karet afdeling cikukun pernah mengalami sambaran petir sehingga mengalami kerugian materil. Belum adanya sistem proteksi petir yang memadai disinyalir menjadi penyebab kebakaran terjadi. Diperlukan sebuah perlindungan dari sambaran petir untuk wilayah pabrik dengan menggunakan jenis penangkal petir tipe non konvensional (elektrostatis). Jenis sistem proteksi elektrostatis tipe Kurn R-85 sudah mampu untuk melindungi area pabrik

dari bahaya sambaran petir dengan luas proteksi yang dihasilkan yaitu sebesar 23.233,14 m². Penangkal petir dipasang pada tiang sendiri dengan ketinggian 20 meter untuk mendapatkan radius perlindungan maksimal. Rekomendasi sistem pentanahan menggunakan elektroda batang dengan panjang 2 meter dan diameter 5/8 inci sejumlah 2 buah elektroda untuk mendapatkan nilai tahanan pentanahan < 5 ohm sesuai standar PUIL 2011. Besarnya investasi yang harus dikeluarkan untuk membangun sebuah sistem proteksi petir tipe elektrostatik jenis Kurn R-85 adalah sebesar Rp. 26,720,031,- dengan PPN 11% menjadi Rp Rp29,659,234,-.

DAFTAR REFERENSI

- Belarminus, R., & Fadlan Mukhtar Zain. (2021). *Diduga Tersambar Petir, Pabrik Pengolahan Karet di Cilacap Terbakar, Karyawan Panik Berhamburan*. Kompas.Com. <https://regional.kompas.com/read/2021/12/08/221117678/diduga-tersambar-petir-pabrik-pengolahan-karet-di-cilacap-terbakar-karyawan>
- Cooray, V. (2010). Lightning protection. In *Electronics and Power* (Vol. 26, Issue 2). Institution of Engineering and Technology. <https://doi.org/10.1049/ep.1980.0081>
- Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan. (1983). *Peraturan Umum Instalasi Penangkal Petir (PUIPP)*. Departemen Pekerjaan Umum.
- Duanaputri, R. (2021). Perencanaan Instalasi Penangkal Petir Pada Bangunan Industri Bengkel. *Jurnal Sistem Kelistrikan*, 8(3).
- PUIL. (2011). *Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL)*. Badan Standarisasi Nasional.
- Santoro, F., Anifantis, A. S., Ruggiero, G., Zavadskiy, V., & Pascuzzi, S. (2019). Lightning protection systems suitable for stables: A case study. *Agriculture (Switzerland)*, 9(4), 5–11. <https://doi.org/10.3390/agriculture9040072>
- SNI. (2004). *Sistem Proteksi Petir pada Bangunan Gedung*.
- Taruno, D. L. B. (2019). *Instalasi Listrik Industri (Pertama)*. UNY Press.
- Tenzin, N. (2023). Risk Assessment of Buildings due to Lightning Impulses: A Case Study at College of Science and Technology. *Bhutan Journal of Research and Development*, 2, 1–15. <https://doi.org/10.17102/bjrd.rub.se2.042>
- Uydur, C. C. (2022). Evaluation of Lightning Protection Systems: Textile Factory Case Study. *Global Conference on Engineering Research, September*.