

Aplikasi Konsep Fisika Pada Proses Terjadinya Petir dan Pentingnya Penggunaan Penangkal Petir Pada Bangunan *)

Nia Nopeliza **)

PENDAHULUAN

Petir, kilat, atau halilintar adalah gejala alam yang biasanya muncul pada musim hujan di saat langit memunculkan kilatan cahaya sesaat yang menyilaukan. Beberapa saat kemudian disusul dengan suara menggelegar yang disebut guruh. Perbedaan waktu kemunculan ini disebabkan karena adanya perbedaan antara kecepatan suara dan kecepatan cahaya (Wikipedia, 2015).

Petir merupakan suatu fenomena cahaya yang terang benderang yang dihasilkan oleh tenaga listrik alam yang terjadi diantara awan-awan atau awan ketanah. Sering terjadi bila cuaca mendung atau badai. Petir merupakan peristiwa alam yaitu proses pelepasan muatan listrik (*electrical discharge*) yang terjadi di atmosfer (Asep Dadan Hermawan, 2010).

Kekuatan dielektrik udara kurang lebih adalah 30 kV/cm, apabila medan listrik antara awan dan tanah melebihi kekuatan tembus udara, maka akan terjadi pelepasan muatan. Distribusi muatan di awan pada umumnya bagian atas bermuatan positif dan bagian bawah bermuatan negatif. Aliran muatan listrik yang terjadi antara awan dan tanah disebabkan oleh adanya kuat medan listrik. Semakin besar muatan diawan, maka semakin besar pula medan listrik yang timbul. Apabila kuat medan listrik ini melebihi kuat medan tembus udara maka akan terjadi aliran muatan dari awan ke tanah yang terlihat bercahaya yang disebut dengan petir (Yopie Mafudin, 2011).

Ilmu-ilmu fisika tentu banyak aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari. Begitu juga dalam proses terjadinya petir. Tanpa kita sadari ternyata terdapat aplikasi konsep fisika pada saat proses terjadinya petir. Secara umum, konsep fisika yang terdapat pada proses terjadinya petir ini adalah mengenai listrik statis. Tentu saja setelah kita memahami lebih jauh proses terjadinya petir kita dapat mengetahui lebih dalam konsep fisika listrik statis mengenai apa saja yang terkait dan bagaimana hubungan diantara konsep-konsep tersebut.

Letak geografis Indonesia yang dilalui oleh garis khatulistiwa menyebabkan Indonesia beriklim tropis. Hal ini menyebabkan Indonesia mempunyai hari guruh rata-rata yang sangat tinggi. Sehingga menyebabkan bangunan-bangunan di Indonesia memiliki resiko lebih besar mengalami kerusakan akibat terkena sambaran petir.

Mengingat terdapat banyak bahaya dari sambaran petir baik bagi manusia maupun bangunan dan benda-benda lainnya, maka sistem kelistrikan pada bangunan harus ditunjang dengan sistem proteksi yang baik. Sistem proteksi ini tidak lain berguna untuk meminimalisir kemungkinan kerusakan sistem kelistrikan yang ada pada bangunan yang diakibatkan oleh sambaran petir. Karena petir itu sendiri merupakan suatu fenomena alam yang tidak dapat dihindari dan diprediksi kapan akan terjadi.

Makalah ini akan membahas mengenai aplikasi konsep fisika apa saja yang terdapat pada proses terjadinya petir, membahas besarnya efisiensi penggunaan sistem penangkal petir pada bangunan dan seberapa pentingnya penangkal petir digunakan pada sebuah bangunan. Tujuan dari makalah ini sendiri adalah untuk membahas mengenai aplikasi konsep fisika pada proses terjadinya petir dan membahas besarnya efisiensi penggunaan sistem penangkal petir dan seberapa pentingnya penangkal petir pada sebuah bangunan.

PETIR

Petir, kilat, atau halilintar adalah gejala alam yang biasanya muncul pada musim hujan di saat langit memunculkan kilatan cahaya sesaat yang menyilaukan. Beberapa saat kemudian disusul dengan suara menggelegar yang disebut guruh. Perbedaan waktu kemunculan ini disebabkan karena adanya perbedaan antara kecepatan suara dan kecepatan cahaya (Wikipedia. 2015).

Petir adalah sebuah cahaya yang terang benderang yang dihasilkan oleh tenaga listrik alam yang terjadi diantara awan-awan atau awan ketanah. Sering terjadi bila cuaca mendung atau badai. Petir merupakan peristiwa alam yaitu proses pelepasan muatan listrik (*electrical discharge*) yang terjadi di atmosfer. Peristiwa pelepasan muatan ini akan terjadi karena terbentuknya konsentrasi muatan-muatan

positif dan negatif didalam awan ataupun perbedaan muatan dengan permukaan bumi.



Gambar 1. Petir
(Sumber : Wikipedia)

Sumber terjadinya petir adalah awan *Cumulonimbus* atau awan guruh yang berbentuk gumpalan dengan ukuran vertikal lebih besar daripada ukuran horizontal. Ukuran vertikal dapat mencapai 14 km dan ukuran horizontal berkisar 1,5 sampai 7,5 km. Karena ukuran vertikalnya yang cukup besar terjadi perbedaan temperature antara bagian atas dan bagian bawah. Ketinggian antara permukaan atas dan permukaan bumi pada awan dapat mencapai jarak sekitar 8 km dengan temperature bagian bawah sekitar 13°C dan temperature bagian atas sekitar -65°C . Akibatnya didalam awan tersebut akan terjadi kristal-kristal es. Karena didalam awan terdapat angin kesegala arah, maka kristal-kristal es tersebut akan saling bertumbukan dan bergesekan sehingga terpisahkan antara muatan positif dan muatan negatif. Pemisahan muatan inilah yang menjadi penyebab utama terjadinya sambaran petir (Asep Dadan Hermawan, 2010).



Gambar 2. Awan Cumolonimbus

(Sumber : Wikipedia)

PENGOSONGAN MUATAN LISTRIK

Timbulnya petir akibat adanya loncatan muatan listrik statis di ionosfir. Loncatan muatan listrik terjadi pada saat muatan listrik bergerak secara bersamaan. Kejadian ini disebut pengosongan listrik statis. Pengosongan itu ditunjukkan oleh sambaran petir. Muatan listrik dapat hilang dengan pengosongan. Pengosongan terjadi apabila tersedia suatu jalan bagi elektron-elektron untuk mengalir dari suatu benda bermuatan ke benda lain. Perpindahan muatan listrik statis dari satu benda ke benda lain disebut penetralan atau pengosongan muatan statis. Pengosongan itu lazim juga disebut pentanahan, karena muatan itu sering dikosongkan dengan cara menyalurkan ke tanah. Pengosongan muatan statis di udara dapat terjadi sangat besar sehingga menimbulkan suara dahsyat yang kita sebut guntur.

MEKANISME TERJADINYA PETIR

Secara fisika, petir merupakan gejala alam yang bisa kita analogikan dengan sebuah kapasitor raksasa, dimana lempeng pertama adalah awan (bisa lempeng negatif atau lempeng positif) dan lempeng kedua adalah bumi (dianggap netral). Seperti kita ketahui, kapasitor adalah sebuah komponen pasif pada rangkaian listrik yang bisa menyimpan energi sesaat (*energy storage*). Petir juga dapat terjadi dari awan ke awan (*intercloud*), dimana salah satu awan bermuatan negatif dan awan

lainnya bermuatan positif. Petir terjadi karena ada perbedaan potensial antara awan dan bumi atau dengan awan lainnya.

Proses terjadinya muatan pada awan yaitu karena partikel-partikel penyusun awan bergerak terus menerus secara teratur, dan selama pergerakannya dia akan berinteraksi dengan awan lainnya sehingga muatan negatif akan berkumpul pada salah satu sisi (atas atau bawah), sedangkan muatan positif berkumpul pada sisi sebaliknya. Jika perbedaan potensial antara awan dan bumi cukup besar, maka akan terjadi pembuangan muatan negatif (elektron) dari awan ke bumi atau sebaliknya untuk mencapai kesetimbangan. Pada proses pembuangan muatan ini, media yang dilalui elektron adalah udara. Pada saat elektron mampu menembus ambang batas isolasi udara inilah terjadi ledakan suara. Petir lebih sering terjadi pada musim hujan, karena pada keadaan tersebut udara mengandung kadar air yang lebih tinggi sehingga daya isolasinya turun dan arus lebih mudah mengalir. Karena ada awan bermuatan negatif dan awan bermuatan positif, maka petir juga bisa terjadi antar awan yang berbeda muatan.

Seperti yang telah dikatakan sebelumnya bahwa apabila medan listrik antara awan dan tanah melebihi kekuatan tembus udara, maka akan terjadi pelepasan muatan. Hal ini dapat dilihat dari rumusan berikut ini :

Kuat medan listrik

$$E = \frac{kQ}{r^2} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana : Q = muatan lidah petir (Coulombs)

r = jangkauan sambaran dari awan ke udara

k = konstanta

Potensial listrik

Beda potensial dari suatu muatan listrik di suatu titik di sekitar muatan tersebut dinyatakan sebagai potensial mutlak atau biasa disebut potensial listrik saja. Potensial listrik dari suatu muatan listrik q di suatu titik berjarak r dari muatan tersebut dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$V = k \frac{q}{r} \dots\dots\dots (2)$$

Dari persamaan di atas tampak bahwa potensial listrik dapat dinyatakan dalam bentuk kuat medan listrik, yaitu :

$$E = \frac{kQ}{r^2} \dots\dots\dots (3)$$

$$E = k \frac{q}{r} \frac{1}{r} \dots\dots\dots (4)$$

$$E = V \frac{1}{r} \dots\dots\dots (5)$$

$$V = E r \dots\dots\dots (6)$$

Semakin besar muatan maka beda potensial antara awan dan tanah akan bertambah sehingga semakin besar pula medan listrik yang terjadi. Jika medan listrik yang ditimbulkan melebihi kuat medan tembus udara ketanah maka akan terjadi pelepasan muatan listrik (*discharge*) pada saat itulah terjadi kilat atau sambaran petir.



Gambar 3. Tahapan Terjadinya Petir

(Sumber : Wikipedia)

Hubungan antara besarnya arus petir dengan jarak sambar dapat dijelaskan sebagai berikut : bila arus petir yang terjadi bernilai kecil, artinya mengandung jumlah muatan kecil sehingga jangkauan sambar juga berjarak pendek. Jika arus petir yang terjadi bernilai lebih besar, artinya mengandung jumlah muatan yang lebih banyak sehingga jangkauan sambar juga berjarak lebih jauh.

Besar arus puncak peluahan petir dapat dicari dengan persamaan berikut.

$$I = 10,6 Q^{0,7} \dots\dots\dots (7)$$

Dimana :

Q = Muatan lidah petir (Coulombs)

I = Arus puncak petir (kA)

Sedang hubungan besar arus dengan jarak sambar maksimum ditunjukkan oleh persamaan berikut.

$$S = 8I^{0,65} \dots\dots\dots (8)$$

Dengan S merupakan jarak sambar maksimum (Abdul Syakur dan Yuningtyastuti, 2006).

FREKUENSI SAMBARAN PETIR

a. Frekuensi Sambaran Petir Langsung

Jumlah rata – rata frekuensi sambaran petir langsung pertahun (N_d) dapat dihitung dengan perkalian kepadatan kilat ke bumi pertahun (N_g) dan luas daerah perlindungan efektif pada bangunan (A_e).

$$N_d = N_g \cdot A_e \dots\dots\dots (9)$$

Kerapatan sambaran petir ketanah dipengaruhi oleh hari guruh rata- rata pertahun di daerah tersebut.

$$N_g = 4 \cdot 10^{-2} \cdot T^{1,26} \dots\dots\dots (10)$$

Sedangkan luas daerah perlindungan pada bangunan dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$A_e = ab + 6h(a+b) + 9\pi h^2 \dots\dots\dots (11)$$

Sehingga, dari substitusi persamaan (10) dan (11) ke persamaan (9) dapat diperoleh persamaan nilai N_d adalah:

$$N_d = 4 \times 10^{-2} T^{1,26} (ab + 6h(a+b) + 9\pi h^2) \dots\dots\dots (12)$$

di mana :

a = Panjang atap gedung (m)

b = Lebar atap gedung (m)

h = Tinggi atap gedung (m)

T = hari guruh pertahun

N_g = Kerapatan sambaran petir ke tanah (sambaran/ Km^2 /tahun)

A_e = Luas daerah yang masih memiliki sambaran petir sebesar N_d (Km^2)

N_d = Jumlah rata – rata frekuensi sambaran petir langsung pertahun

b. Frekuensi Sambaran Petir Tidak Langsung

Rata– rata frekuensi tahunan N_n dari kilat yang mengenai tanah dekat bangunan dapat dihitung dengan perkalian kerapatan kilat ke tanah pertahun N_g dengan cakupan daerah di sekitar bangunan yang disambar A_g .

$$N_n = N_g \cdot A_g \dots\dots\dots (13)$$

Luas daerah cakupan disekitar bangunan yang menyebabkan suatu tambahan potensial akibat sambaran ketanah dapat dihitung:

$$A_g = ab + 2ap + 2bp + \pi\rho^2 - A_e \dots\dots\dots (14)$$

KERUSAKAN YANG DITIMBULKAN AKIBAT SAMBARAN PETIR

Bahaya dan ancaman sambaran petir terus mengintai manusia, rumah, kantor serta bangunan lainnya dapat sewaktu-waktu terjadi, apalagi seiring datangnya musim penghujan yang di sertai badai dalam waktu yang tak terduga. Ada 2 jenis kerusakan yang di sebabkan sambaran petir, yaitu:

- a. Kerusakan Thermis – kerusakan yang menyebabkan timbulnya kebakaran
- b. Kerusakan Mekanis – kerusakan yang menyebabkan struktur bangunan retak, rusaknya peralatan elektronik bahkan menyebabkan kematian.

Selain itu terdapat juga kerusakan yang disebabkan oleh sambaran petir langsung maupun sambaran petir tidak langsung, yaitu :

- a. Kerusakan Akibat Sambaran Langsung

Sambaran petir yang langsung mengenai struktur bangunan rumah, kantor dan gedung, hal ini sangat membahayakan bangunan tersebut beserta seluruh isinya karena dapat menimbulkan kebakaran, kerusakan perangkat

elektrik/elektronik atau bahkan korban jiwa. Terlebih lagi jika sambaran petir langsung mengenai manusia, maka dapat berakibat luka atau cacat bahkan dapat menimbulkan kematian. Banyak sekali peristiwa sambaran petir langsung yang mengenai manusia dan biasanya terjadi di area terbuka.

b. Kerusakan Akibat Sambaran Tidak Langsung

Kerusakan ini sulit diidentifikasi dengan jelas karena petir yang menyambar pada satu titik lokasi sehingga hantaran induksi melalui aliran listrik/kabel PLN, telekomunikasi, pipa pam dan peralatan besi lainnya dapat mencapai 1 km dari tempat petir tadi terjadi. Sehingga tanpa disadari dengan tiba-tiba peralatan komputer, pemancar TV, radio, PABX terbakar tanpa sebab yang jelas (CV. Berkah Abadi Sejahtera. *Kerugian yang Disebabkan Petir*).

SISTEM PROTEKSI TERHADAP SAMBARAN PETIR

Berdasarkan tempatnya sistem proteksi terhadap sambaran petir dapat dibagi menjadi dua, yaitu :

- a. Sistem Proteksi Eksternal, yaitu instalasi dan alat-alat diluar suatu struktur untuk menangkap dan menghantarkan arus surja petir ke sistem pembumian. Proteksi eksternal petir berfungsi sebagai proteksi terhadap tegangan lebih petir jika terjadi sambaran langsung ke sistem atau bangunan yang dilindungi.
- b. Sistem Proteksi Internal, yaitu perlindungan terhadap sistem elektronika didalam bangunan/gedung akibat tegangan lebih yang ditimbulkan oleh induksi elektromagnetik akibat sambarah petir tak langsung. Walaupun bangunan sudah dilindungi terhadap sambarah petir, beberapa kerusakan pada peralatan listrik khususnya peralatan elektronika dapat disebabkan karena masuknya surja imbas petri melalui kabel listrik dan kabel komunikasi atau masuknya arus petir pada waktu terjadi sambaran langsung (Hutagaol Soli Akbar, 2009).

PENANGKAL PETIR

Batang logam penangkal petir sering dipasang di atas atap rumah bertingkat atau di atas bangunan tinggi, dan dihubungkan ke dalam tanah melalui kabel logam.

Penangkal petir, melindungi rumah dan bangunan tinggi tersebut dari kerusakan oleh energi listrik yang besar di dalam petir. Penangkal petir ini menyediakan suatu jalan aman, atau pentanahan, agar arus listrik petir mengalir masuk ke dalam tanah, bukan melewati rumah atau bangunan lain. Penangkal petir itu merupakan contoh pengosongan muatan statis yang tidak menimbulkan kerusakan.

Pada saat terjadi petir, pengosongan listrik statis dari bagian bawah awan yang bermuatan ke Bumi akan melewati batang penangkal petir. Muatan listrik akan mengalir ke bawah dengan aman melalui kabel logam, dan masuk ke dalam tanah. Penangkal petir menyediakan suatu jalan aman bagi arus listrik petir sehingga mengalir masuk ke dalam tanah dan tidak melewati bangunan tinggi tersebut.

Penangkal petir memang terbuat dari logam karena logam dapat menghantarkan arus listrik sehingga petir hanya melewati bangunan saja. Bila penangkal petir tidak terbuat dari logam maka petir akan langsung menghantam bangunan tersebut. Pada dasarnya peralatan elektronik memiliki medan listrik sehingga bila ada petir yang mendekati medan listrik tersebut maka medan listrik pada peralatan elektronik akan berubah secara drastis. Bila hal ini terjadi maka peralatan elektronik akan mengalami kerusakan. Ada 3 bagian utama pada penangkal petir, yaitu:

1. Batang penangkal petir

Disebut juga sebagai terminasi udara dimana berupa batang tembaga murni yang ujung tembaganya runcing. Batang pasang sistem proteksi petir dibuat menjadi runcing karena muatan listrik mempunyai sifat mudah berkumpul dan lepas pada ujung logam pasang sistem proteksi petir. Dengan demikian dapat memperlancar proses tarik menarik dengan muatan listrik yang ada di awan. pasang sistem proteksi petir ini dipasang pada bagian puncak sebuah bangunan atau gedung.



Gambar 4. Batang Penangkal Petir
(Sumber : Wikipedia)

2. Kabel konduktor

Kabel konduktor atau kabel tembaga dibuat dari jalinan kawat tembaga. Diameter jalinan kabel konduktor tembaga ini sekitar 1 cm hingga 2 cm . Kabel konduktor tembaga berfungsi meneruskan aliran muatan listrik dari batang sistem proteksi petir yang bermuatan listrik ke tanah. Kabel konduktor pasang sistem proteksi petir dipasang pada dinding di bagian luar bangunan.



Gambar 5. Kabel Konduktor
(Sumber : Wikipedia)

3. Tempat pembumian

Tempat pembumian (grounding) berfungsi mengalirkan muatan listrik dari kabel konduktor sistem proteksi petir ke batang pembumian (ground rod) yang ditanam di tanah. Batang pembumian terbuat dari bahan tembaga berlapis baja, dengan diameter 1,5 cm dan panjang sekitar 1,8 - 3 m.



Gambar 6. Batang Pembumian (*Grounding*)

(Sumber : Wikipedia)

MEKANISME KERJA SISTEM PENANGKAL PETIR

Saat muatan listrik negatif di bagian bawah awan sudah tercukupi, maka muatan listrik positif di tanah akan segera tertarik. Muatan listrik kemudian segera merambat naik melalui kabel konduktor, menuju ke ujung batang. Ketika muatan listrik negatif berada cukup dekat di atas atap, daya tarik menarik antara kedua muatan semakin kuat, muatan positif di ujung-ujung tertarik ke arah muatan negatif. Pertemuan kedua muatan menghasilkan aliran listrik. Aliran listrik yang melewati kabel tembaga itu akan mengalir ke dalam tanah, melalui kabel konduktor dengan demikian sambaran petir tidak mengenai bangunan. Tetapi sambaran petir dapat merambat ke dalam bangunan melalui kawat jaringan listrik dan bahayanya dapat merusak alat-alat elektronik di bangunan yang terhubung ke jaringan listrik itu, selain itu juga dapat menyebabkan kebakaran atau ledakan. Untuk mencegah kerusakan akibat jaringan listrik tersambar petir, biasanya di dalam bangunan dipasang alat yang disebut penstabil arus listrik (surge arrester), yaitu semacam internal proteksi.

KEBUTUHAN BANGUNAN AKAN SISTEM PROTEKSI PETIR

Pengambilan keputusan perlu atau tidaknya memasang sistem proteksi petir pada bangunan dalam penentuan besarnya kebutuhan bangunan akan proteksi petir

berdasarkan perhitungan frekuensi sambaran petir langsung setempat (N_d) dan frekuensi sambaran petir tahunan setempat (N_c) yang diperbolehkan adalah sebagai berikut :

1. Jika $N_d \leq N_c$ tidak perlu sistem proteksi petir
2. Jika $N_d > N_c$ diperlukan sistem proteksi petir dengan efisiensi :

$$E_c \geq I - \frac{N_c}{N_d} \dots\dots\dots (15)$$

Tingkat kebutuhan instalasi penangkal petir terhadap kerusakan pada sebuah bangunan dapat dihitung berdasarkan penjumlahan indeks kerusakan, yaitu :

- a. Indeks Faktor Kerusakan Berdasarkan Penggunaan Bangunan (A)
- b. Indeks Faktor Kerusakan Berdasarkan Konstruksi Bangunan (B)
- c. Indeks Faktor Kerusakan Berdasarkan Ketinggian Bangunan (C)
- d. Indeks Faktor Kerusakan Berdasarkan Situasi Bangunan (D)
- e. Indeks Faktor Kerusakan Berdasarkan Intensitas Hari Guruh (E)

Tabel 1. Tingkat Kebutuhan Instalasi Penangkal Petir Berdasarkan Penjumlahan Indeks Kerusakan

(Sumber : *Peraturan Umum Instalasi Penangkal Petir untuk Bangunan di Indonesia*)

R = A + B + C + D + E	Perkiraan Bahaya	Instalasi Penangkal Petir
<11	Diabaikan	Tidak Perlu
11	Kecil	Tidak Perlu
12	Sedang	Agak Dianjurkan
13	Agak Besar	Dianjurkan
14	Besar	Sangat Dianjurkan
>14	Sangat Besar	Sangat Perlu

CONTOH PENERAPAN PENANGKAL PETIR

Salah satu contoh penerapan sistem penangkal petir pada sebuah bangunan adalah sistem penangkal petir yang terpasang pada gedung kuliah D FKIP UNSRI. Seperti yang telah dibahas sebelumnya bahwa ada beberapa faktor yang mempengaruhi tingkat kebutuhan sebuah bangunan terhadap sistem penangkal petir yaitu indeks kerusakan yang dilihat dari beberapa sudut pandang. Untuk menentukan tingkat kebutuhan sistem penangkal petir sebuah bangunan didapatkan dari penjumlahan indeks kerusakan yang mungkin terjadi pada gedung kuliah D FKIP UNSRI.

Tabel 2. Data Karakteristik Gedung Kuliah D FKIP UNSRI

(Sumber : Dekanat FKIP UNSRI)

Karakteristik	Ukuran
Tinggi gedung	12 m
Panjang gedung	72 m
Lebar gedung	18,5 m
Waktu hadir	1872 jam/ th / orang
Kerapatan petir	156 kilat/ tahun
Permukaan luar gedung	Conblock
Jenis bangunan	Biasa
Karakteristik material	Beton

Dari data yang didapatkan dari pihak dekanat FKIP UNSRI mengenai identitas gedung didapatkan bahwa : indeks A (macam penggunaan bangunan) bernilai 3, indeks B (konstruksi bangunan) bernilai 2, indeks C (tinggi bangunan) bernilai 2, indeks D (situasi bangunan) bernilai 0 dan indeks E (pengaruh kilat) bernilai 6. Sehingga perkiraan bahaya pada gedung yang didapatkan bernilai 13. Berdasarkan tabel perkiraan bahaya pada gedung nilai 13 yang didapatkan berarti bahwa perkiraan bahaya pada gedung kuliah D FKIP UNSRI agak besar dan pengamanan dari sambaran petir dianjurkan.

KESIMPULAN

Proses terjadinya petir merupakan contoh fenomena listrik statis. Dimana listrik statis sendiri membahas mengenai listrik statis. Konsep yang dijelaskan dalam hal ini adalah mengenai muatan listrik. Muatan listrik timbul karena adanya elektron yang berpindah dari satu benda ke benda lainnya. Elektron merupakan suatu muatan dasar yang dapat menentukan sifat kelistrikan suatu benda.

Adapun konsep fisika yang terdapat pada proses terbentuknya petir adalah mengenai gaya coulomb atau gaya listrik yang timbul dan dipengaruhi oleh besar muatan listrik dari tiap-tiap benda dan kuadrat jarak diantara benda-benda bermuatan listrik tersebut. Selain itu terdapat juga hubungan diantara besarnya potensial listrik dan medan listrik sebagai penyebab terjadinya petir.

Semakin besar muatan maka beda potensial antara awan dan tanah akan bertambah sehingga semakin besar pula medan listrik yang terjadi. Jika medan listrik yang ditimbulkan melebihi kuat medan tembus udara ketanah maka akan terjadi pelepasan atau peluahan muatan listrik (*discharge*) pada saat itulah terjadi kilat atau sambaran petir.

Tingkat kebutuhan instalasi penangkal petir berdasarkan penjumlahan indeks kerusakan. Pengambilan keputusan perlu atau tidaknya memasang sistem proteksi petir pada bangunan dalam penentuan besarnya kebutuhan bangunan akan proteksi petir berdasarkan perhitungan frekuensi sambaran petir langsung setempat (N_d) dan frekuensi sambaran petir tahunan setempat (N_c) yang diperbolehkan adalah sebagai berikut :

1. Jika $N_d \leq N_c$ tidak perlu sistem proteksi petir.
2. Jika $N_d > N_c$ diperlukan sistem proteksi petir dengan efisiensi tertentu.

DAFTAR PUSTAKA

Akbar, Hutagaol Soli. 2009. *Studi Tentang Sistem Penangkal Petir Pada BTS (Base Transceiver Station) (Aplikasi Pada PT. Telkomsel – Banda Aceh)*. Skripsi. Medan : Universitas Sumatera Utara.

Dadan Hermawan, Asep. 2010 . *Optimalisasi Sistem Penangkal Petir Eksternal Menggunakan Jenis Early Streamer (Studi Kasus UPT LAGG BPPT)*. Skripsi . Jakarta : Universitas Indonesia.

Murdaka Eka Jati, Bambang dan Tri Kuntoro Priyambodo. 2010. *Fisika Dasar : Listrik-Magnet, Optika, Fisika Modern*. Yogyakarta : Penerbit Andi.

Peraturan Umum Instalasi Penangkal Petir untuk Bangunan di Indonesia. Jakarta: Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan,1983.

Suhartanto, Tri, Juningtyastuti dan Abdul Syakur. *Penentuan Kebutuhan Proteksi Petir Pada Gedung Teknik Elektro UNDIP dengan Adanya Bangunan Menara Base Transceiver Station*. Makalah Seminar Tugas Akhir. Semarang : Universitas Diponegoro.

Sejahtera, CV. Berkah Abadi. *Kerugian yang Disebabkan Petir*
<http://zonapetir.com/petir/artikel-penangkal-petir/61-kerugian-yang-disebabkan-petir.html>. Inderalaya.

Semesta, PT. Megah Alam. *Sistem Proteksi Petir*
<http://www.instalasi jaringan.com/sistem-proteksi-petir.html> . Inderalaya.