

"PETIR"

MENURUT SUDUT PANDANG FISIKA

Dhea Febriya, S.Pd., M.Pd., Gr.
Prof. Dr. Desnita, M.Si

Petir adalah fenomena alam yang sering terjadi di Indonesia, muncul saat hujan atau badai akibat beda potensial listrik sangat besar di atmosfer. Tidak semua petir menyambar bumi, namun sambaran yang mencapai permukaan biasanya memilih objek tinggi dan runcing seperti pohon kelapa atau bahkan manusia di tempat terbuka. Fenomena ini erat kaitannya dengan awan Cumulonimbus, tempat tumbukan partikel air dan es menghasilkan ion yang memicu loncatan listrik raksasa.

Selain menimbulkan bahaya, petir juga membawa manfaat bagi bumi, salah satunya membantu memperbaiki lapisan ozon. Buku ini hadir untuk memberikan pemahaman ilmiah sekaligus langkah-langkah bijak menghindari bahaya petir, sehingga pembaca dapat lebih waspada sekaligus mensyukuri peran penting petir dalam kehidupan.



PENERBITAN & PERCETAKAN UNP PRESS
Jln. Prof. Dr. Hamka Air Tawar Padang
Sumatera Barat



MENURUT SUDUT PANDANG FISIKA

"PETIR"

Dhea Febriya, M.Pd.
Prof. Dr. Desnita, M.Si

Penerbitan & Percetakan
UNP PRESS

"PETIR"

MENURUT SUDUT PANDANG FISIKA

Penerbitan & Percetakan
UNP PRESS

DDhea Febriya, S.Pd., M.Pd., Gr.
Prof. Dr. Desnita, M.Si

DUMMY

Penerbitan & Percetakan

UNP PRESS

“PETIR”

MENURUT SUDUT PANDANG FISIKA

Dhea Febriya, S.Pd., M.Pd., Gr., Prof. Dr. Desnita, M.Si

DUMMY

Penerbitan & Percetakan

UNP PRESS

DUMMY

Penerbitan & Percetakan

UNDANG-UNDANG REPUBLIK INDONESIA
NO 19 TAHUN 2002
TENTANG HAK CIPTA
PASAL 72
KETENTUAN PIDANA SANGSI PELANGGARAN

1. Barang siapa dengan sengaja dan tanpa hak mengumumkan atau memperbanyak suatu Ciptaan atau memberi izin untuk itu, dipidana dengan pidana penjara paling singkat 1 (satu) bulan dan denda paling sedikit Rp 1.000.000, 00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan denda paling banyak Rp 5.000.000.000, 00 (lima milyar rupiah)
2. Barang siapa dengan sengaja menyerahkan, menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu Ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud dalam ayat (1), dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan denda paling banyak Rp 500.000.000, 00 (lima ratus juta rupiah).

**“PETIR”
MENURUT SUDUT PANDANG FISIKA**

DUMMY

Penerbitan & Percetakan

UNP PRESS

Dhea Febriya, S.Pd., M.Pd., Gr., Prof. Dr. Desnita, M.Si

DUMMY

Penerbitan & Percetakan

UNP PRESS



2025

“PETIR” MENURUT SUDUT PANDANG FISIKA

editor, Tim editor UNP Press

Penerbit UNP Press, Padang, 2020

1 (satu) jilid; 17.6 x 25 cm (B5)

Jumlah Halaman xv + 134 Halaman Buku



“PETIR” MENURUT SUDUT PANDANG FISIKA

Hak Cipta dilindungi oleh undang-undang pada penulis

Hak penerbitan pada UNP Press

Penyusun: Dhea Febriya, S.Pd., M.Pd., Gr., & Prof. Dr. Desnita, M.Si

Editor Substansi: TIM UNP Press

Editor Bahasa: Prof. Dr. Harris Effendi Thahar, M.Pd.

Desain Sampul & Layout: Arlianis, S.IP.

KATA PENGANTAR

Ketik Puji Syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena kasih dan berkatNya serta penyertaanNya penulis dapat menyelesaikan Buku **PETIR MENURUT SUDUT PANDANG FISIKA**. Tema ini dipilih karena Indonesia termasuk wilayah rawan petir dan sudah banyak korban jiwa terjadi, karena kurangnya ilmu dan antisipasi menghadapi petir.

Melalui buku ini diharapkan, para pembaca mendapatkan perluasan dan pendalaman ilmu fisika terkait petir. Dengan demikian, masyarakat bisa memiliki sifat antisipatif terhadap bahaya petir guna menekan jumlah korban petir. Disamping itu, pembaca buku diharapkan bisa membagikan ilmu pengetahuannya dengan orang-orang terdekat. Sehingga manfaat buku ini bisa dirasakan oleh masyarakat dalam skala lebih luas.

Dalam buku ini dibahas berbagai hal tentang petir dan konsep fisika yang terkait dengan petir, diantaranya jenis-jenis awan, petir yang merupakan peristiwa listrik statis di awan, proses terjadinya petir, jenis petir, penangkal petir, insiden kejadian petir terbesar dan bahaya serta pencegahan bahaya petir.

Penulis menyadari bahwa buku ini masih banyak kekurangan baik dari penulisan materi maupun bahasa, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun penulis harapkan untuk menjadi perbaikan di kemudian hari. Akhir kata, semoga buku ini dapat memberikan manfaat kepada berbagai pihak yang membaca, termasuk penulis.

Padang, 10 Juli 2025

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	V
DAFTAR ISI	VI
DAFTAR GAMBAR	X
DAFTAR TABEL	XV
BAB 1 . PENDAHULUAN.....	1
A. SEKILAS TENTANG PETIR	1
1. Petir dalam pandangan Al-Qur'an	1
2. Petir Bukan Sebagai Pertanda Terjadinya Hujan.....	2
3. Indonesia termasuk negara yang memiliki petir di dunia.....	2
4. Kota Depok dijuluki sebagai kota petir	3
5. Fenomena petir terbesar dan terkuat di dunia	3
6. Berita sambaran petir yang viral di Indonesia	4
7. Petir jarang menyambar gedung bertingkat	5
B. PENGERTIAN PETIR.....	6
C. PETIR TERJADI DI AWAN CUMULONIMBUS	8
D. INDONESIA SEBAGAI DAERAH RAWAN PETIR.....	11
BAB 2. AWAN	13
A. PEMBENTUKAN AWAN.....	13
1. Evaporasi.....	13
2. Transpirasi.....	14
3. Kondensasi.....	15

4. Adveksi	15
5. Presipitasi.....	15
6. Run Off	15
7. Infiltrasi.....	15
B. KANDUNGAN DARI AWAN.....	16
C. JENIS – JENIS AWAN	16
1. Kelompok Awan Tinggi	16
2. Kelompok Awan Sedang	18
3. Kelompok Awan Rendah.....	19
4. Kelompok Awan Dengan Perkembangan Vertikal	21
D. BATAS AWAN	26
BAB 3. PETIR.....	31
A. PROSES TERJADINYA PETIR	31
1. Proses pembuatan awan bermuatan	31
2. Proses sambaran petir ke bumi	33
3. Kilat dan Guru Peristiwa bersamaan.....	35
4. Guruh.....	35
5. Jarak terjadinya petir.....	35
6. Sasaran Petir.....	36
B. JENIS-JENIS PETIR.....	36
1. Petir Awan ke Tanah (Cloud to Ground/CG)	37
2. Petir dalam Awan (Cloud to Cloud/CC).....	39
3. Petir antar Awan (Intra-Cloud/IC)	40
4. Petir Awan ke Udara (Cloud to Air/CA)	41

C. ALAT PENGAMAT PETIR	51
D. MANFAAT PETIR.....	55
1. Bagi Manusia	55
2. Bagi Tumbuhan.....	57
3. Bagi Lingkungan.....	57
E. BAHAYA PETIR	59
1. Cedera dan Kematian.....	59
2. Kebakaran	59
3. Kerusakan Peralatan Listrik.....	59
4. Gangguan Jaringan Komunikasi	60
5. Gangguan Transportasi	60
BAB 4 . PENANGKAL PETIR	67
A. CARA KERJA PENANGKAL PETIR	67
B. LANGKAH KERJA PENANGKAL PETIR	71
C. FUNGSI PENANGKAL PETIR.....	73
BAB 5. INSIDEN KEJADIAN PETIR TERBESAR.....	83
A. KEJADIAN PETIR DI DUNIA	83
B. KEJADIAN PETIR DI INDONESIA.....	90
BAB 6 . DAMPAK & PENCEGAHAN PETIR.....	99
A. DAMPAK SAMBARAN PETIR.....	99
B. STRATEGI PERLINDUNGAN DAN PENCEGAHAN BAHAYA PETIR	102
BAB 7 . PENUTUP	109
DAFTAR PUSTAKA	126
GLOSARIUM.....	130

INDEKS.....	132
TENTANG PENULIS	133
RINGKASAN ISI BUKU	134



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Ilustrasi Petir	2
Gambar 2. Fenomena petir di Depok, Jawa Barat	3
Gambar 3. Fenomena petir di Argentina.....	4
Gambar 4. Awan Cumulonimbus.....	8
Gambar 5. Kecelakaan Pesawat	9
Gambar 6. Muatan yang terdapat pada awan cumulonimbus	9
Gambar 7. Pergerakan udara keatas (updraft) dan pergerakan udara kebawah (downdraft) pada awan cumulonimbus.....	10
Gambar 8. Peta Isokeraunic Level (IKL) Indonesia tahun 1991— 2006.....	11
Gambar 9. Peta Perairan Indonesia, Indonesia berada di daerah ekuatorial dengan hampir 70 persen wilayah merupakan perairan.....	12
Gambar 10. Siklus Hidrologi	13
Gambar 11. Awan Cirrus	17
Gambar 12. Awan Cirrocumulus	17
Gambar 13. (a) Awan Cirrostratus, (b) Fenomena Halo.....	18
Gambar 14. Awan Altocumulus.....	19
Gambar 15. Awan Altostratus.....	19
Gambar 16. Awan Stratocumulus	20
Gambar 17. Awan Stratus	20
Gambar 18. Awan Cumulus.....	21
Gambar 19. Awan Cumulonimbus.....	22

Gambar 20. Pembentukan awan cumulonimbus	22
Gambar 21. Awan cumulonimbus tampak seperti tumpukan yang semakin besar ke arah vertikal	25
Gambar 22. Ilustrasi jenis-jenis awan	25
Gambar 23. Jenis awan rendah.....	28
Gambar 24. Petir merupakan gejala alam yang bisa kita analogikan dengan sebuah kapasitor raksasa	31
Gambar 25. Proses pembentukan awan bermuatan.....	32
Gambar 26. Proses sambaran petir.....	34
Gambar 27. Jenis-Jenis Petir	37
Gambar 28. Petir Awan ke tanah (Cloud to ground/CG).....	38
Gambar 29. Tahapan Petir CG	38
Gambar 30. Petir dalam Awan (Cloud to Cloud/CC)	40
Gambar 31. Petir antar Awan (Intra-Cloud/IC)	41
Gambar 32. Ilustrasi Jenis Petir	41
Gambar 33. Petir ke Udara (Cloud to Air/CA)	42
Gambar 34. Petir Negatif	42
Gambar 35. Petir Positif.....	43
Gambar 36. Ball Lightning	44
Gambar 37. Heat Lightning.....	44
Gambar 38. Sheet Lightning	45
Gambar 39. Bead Lightning.....	45
Gambar 40. Ribbon lightning.....	46
Gambar 41. Volcanic Triggered Lightning	47
Gambar 42. Petir mind blowing beauty	47

Gambar 43. Fenomena red sprite	48
Gambar 44. Fenomena Blue Jets.....	49
Gambar 45. Fenomena Elves	50
Gambar 46. Lightning Detector bertipe LD-250.....	52
Gambar 47. lightning Detector.....	52
Gambar 48. Frekuensi gelombang petir ditangkap oleh sensor & dirubah dalam bentuk digital.....	54
Gambar 49. Diagram Luas Kerapatan Sambaran Petir Menurut Jenis Penggunaan Lahan Tahun 2017-2019.....	65
Gambar 50. Penangkal petir di lapangan	67
Gambar 51. Ilustrasi prinsip kerja penangkal petir	68
Gambar 52. Ruang proteksi konvensional	80
Gambar 53. Konsep ruang proteksi model elektrogeometri	81
Gambar 54. Ratusan rusa yang tewas tersambar petir di Norwegia ...	83
Gambar 55. Ratusan orang tewas karena di sambar petir di luksemburg	84
Gambar 56. Anggota tim sepakbola meninggal karena tersambar petir di Afrika	84
Gambar 57. 19 Sapi tewas karena tersambar petir di Texas	85
Gambar 58. Anggota tim sepakbola tewas tersambar petir di Kamboja	85
Gambar 59. 8 Pelajar tewas tersambar petir di afrika	86
Gambar 60. 3 ribu orang tewas tersambar petir di Italia.....	87
Gambar 61. Jatuhnya pesawat Peruvian Airline Lansa Flight 508 di Hutan Amazon karena sambaran petir	88
Gambar 62. 93 orang tewas tersambar petir dalam 2 hari.....	88

Gambar 63. 1 Tim sepakbola tewas tersambar petir	89
Gambar 64. 1 orang tewas tersambar petir di Pinrang karena bermain ponsel	91
Gambar 65. 2 orang tewas petirdi Bogor saat berteduh	92
Gambar 66. 1 Orang tewas tersambar petik di gubuk sawah	93
Gambar 67. 1 Orang tewas tersambar petir saat berjualan kopi	93
Gambar 68. 1 Orang tewas pendulang emas tersambar petir	94
Gambar 69. 2 warga tewas tersambar petir di Cirebon	95
Gambar 70. 3 Petani tewas tersambar petir di Indramayu	96
Gambar 71. Foto sambaran petir yang dialami Michael & Sean McQuilken	100
Gambar 72. Benjamin Franklin	103
Gambar 73. Luka bakar pada tampilan depan (a) hari ke-1, (b) hari ke- 14, dan (c) hari ke-60	107
Gambar 74. Luka bakar pada tampilan belakang (a) hari ke-1, (b). hari ke-14, (c) hari ke-60	107
Gambar 75. Struktur muatan listrik awan gemuruh	112
Gambar 76. Tahapan terjadinya petir	113
Gambar 77. Osilogram bentuk gelombang arus petir	114
Gambar 78. Bentuk impuls petir standar	114
Gambar 79. Parameter-parameter petir	117
Gambar 80. St. Elmo's Fire	118
Gambar 81. Boom	118
Gambar 82. Deadly	119
Gambar 83. Cloud Flashes	119
Gambar 84. Cloud-to-sea lightning	120

Gambar 85. Re-strike	120
Gambar 86. Mind-blowing beauty	121
Gambar 87. Upper atmospheric lightning	121
Gambar 88. Scary powerfull strikes to towers	122
Gambar 89. Double lightning.....	122
Gambar 90. Multiple strikes.....	123
Gambar 91. Rocket lightning.....	123
Gambar 92. Volcanic triggered lightning.....	124
Gambar 93. Sensational volcanic-lightning.....	124



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Data Rerata Intensitas Curah hujan (mm)	28
Tabel 2. Klasifikasi hujan dan intensitas hujan	29
Tabel 3. Klasifikasi Bentuk Awan.....	29



BAB 1

PENDAHULUAN

A. Sekilas Tentang Petir

1. Petir dalam pandangan Al-Qur'an

Al-Qur'an merupakan petunjuk bagi seluruh manusia tidak terkecuali bentuk rupa, warna maupun suku, di dalamnya terkandung berbagai macam hal permasalahan kehidupan umat manusia baik dalam segi akidah, hidayah, bahkan tidak sedikit halnya ditemukan ayat-ayat yang berkenaan dengan penjelasan alam semesta, tentunya erat sekali kaitannya dengan ilmu pengetahuan alam (Hasibuan, 2022). Al-Qur'an sebagai hudan li-anas (petunjuk bagi manusia) memberikan informasi seputar fenomena-fenomena alam dalam porsi yang cukup banyak. Al-Qur'an juga seringkali memerintahkan umat manusia untuk memikirkan serta merenungkan tanda-tanda kuasa Allah yang selalu berbanding lurus dengan penemuan penelitian ilmiah, seperti langit, bintang-bintang, hewan dan tumbuh-tumbuhan dan masih banyak lagi (Hakim, 2022). Bahkan sering ditemukannya istilah-istilah khusus yang digunakan dalam Al-Qur'an sebagai penegasan terhadap ilmu pengetahuan tertentu. Misalnya, mengajak untuk berpikir, melihat, memperhatikan serta mengamati kejadian-kejadian yang ada di alam semesta ini (Zauqi, 2023).

Isyarat petir yang terkandung dalam Al-Qur'an bisa dikatakan cukup banyak dan petir dalam Al-Qur'an diungkapkan dalam tiga term yaitu Ar-Ra'd disebut 2 kali, Al-Barq disebut 5 kali, dan As-Sha'iqah disebut 7 kali. Kata ar-Ra'd artinya guruh/thunder yang merupakan peristiwa dahsyat berupa suara dan bunyian yang begitu keras sehingga dapat menyebabkan kerusakan disebabkan suara gemuruh yang terlalu tinggi yang dapat merusak pendengaran manusia. Al-Barq artinya kilat/lightning yaitu sebuah cahaya yang sangat cepat mengandung arus listrik kemudian dihantarkan ke awan atau ke tanah. As-Sha'iqah artinya

petir/ thunderbolt yang merupakan sebuah peristiwa sambaran petir yang sangat dahsyat yang diidentik dengan azab atau musibah kepada suatu kaum (Zulkifri & Sholikhah, 2023).

2. Petir Bukan Sebagai Pertanda Terjadinya Hujan

Petir sendiri bukanlah pertanda langsung bahwa hujan akan terjadi (Verron, 2015). Petir terjadi sebagai akibat dari aktivitas listrik dalam awan yang disebut badai petir atau petir kilat. Namun, badai petir seringkali terjadi dalam kondisi cuaca yang lembap dan berawan, yang juga bisa menjadi indikasi bahwa hujan akan datang. Beberapa kejadian petir sering diikuti hujan karena kedua fenomena ini bisa terjadi dalam kondisi cuaca yang sama, yaitu ketika udara lembab naik dan terbentuknya awan-awan yang kemudian menghasilkan petir dan hujan. Meskipun demikian, petir tidak selalu menjamin kehadiran hujan karena hujan biasanya terjadi ketika uap air di atmosfer mengembun dan membentuk tetesan air yang cukup berat untuk jatuh ke bumi.



Gambar 1. Ilustrasi Petir

Sumber: www.balitribunnews.com

3. Indonesia termasuk negara yang memiliki petir di dunia

Penelitian yang dilakukan oleh Dr. Ir. Dip Ing Reynaldo Zoro sebagai ahli petir sekaligus peneliti dari laboratorium arus tinggi dan tegangan tinggi jurusan teknik listrik, fakultas teknik industri, ITB, Kota Depok Jawa Barat memiliki pasokan arus listrik terbesar di dunia karena didapati arus petir negatif

berkekuatan 379,2 kA (kilo Ampere) dan petir positif mencapai 441,1 kA. Dengan kekuatan arus sebesar itu, petir mampu meretakkan bangunan gedung yang terbuat dari beton (Masruri & Rahmadini, 2018).

4. Kota Depok dijuluki sebagai kota petir

Kota Depok tercatat dalam satu hari sambaran petirnya bisa mencapai 322 kali. Bahkan, rekor tersebut tercatat di dalam Guinness Book of World Record. Selain itu, petir di Depok menyambar 15 kali dalam semenit saat kondisi hujan (Harsono et al., 2021). Fenomena ini disebabkan karena orografi, yaitu satu daerah yang memiliki gunung yang tinggi lalu didekatnya ada teluk. Secara konstan setiap hari gunung terkena sinar matahari, sehingga udara hangat naik dan kekosongannya diisi oleh udara lembab dari arah teluk. Hal ini lah yang membentuk awan cumulonimbus, yaitu awan yang terbentuk karena pergerakan udara vertikal. Awan cumulonimbus mendominasi wilayah selatan Jakarta, Depok, hingga Bogor. Akibatnya, daerah ini sering mengalami petir dengan frekuensi tinggi di sepanjang tahun.



Gambar 2. Fenomena petir di Depok, Jawa Barat
Sumber: www.grid.id.com

5. Fenomena petir terbesar dan terkuat di dunia

Petir terbesar terjadi ketika maraknya berita Covid-19 yang terjadi di dunia tepatnya pada tanggal 4 Maret 2019 di Argentina (Holle, 2015). Petir ini dikategorikan sebagai “mega petir” atau

“super petir” karena intensitas dan lamanya yang luar biasa. Petir ini terjadi selama 16,73 detik yang merupakan durasi petir terlama yang pernah tercatat di dunia. Selain itu petir ini membentang sejauh 709 kilometer (440 mil) dari awal hingga akhir, sehingga menjadi petir dengan jarak terjauh yang pernah tercatat untuk petir tunggal.



Gambar 3. Fenomena petir di Argentina

Sumber: www.nature.com

6. Berita sambaran petir yang viral di Indonesia

Kejadian viral yang sedang marak di Indonesia terus-menerus terjadi setiap tahunnya. Pada tahun 2023 ini saja sudah terdapat 5 kejadian sambaran petir yang menggemparkan Indonesia. Insiden sambaran petir berikut dikarenakan perbedaan potensial yang cukup besar antara awan dan bumi. Oleh karena itu, ketika seseorang berada diluar ruangan saat petir terjadi maka resiko tersambar petir meningkat dikarenakan sifat fisik petir adalah menyambar benda yang paling tinggi di area sekitarnya (Woropalupi, 2023).

Pertama, petir yang terjadi di Maluku Utara menewaskan seorang warga yang sedang hadir di pemakaman (Antara, 2023). Kedua, petir yang terjadi di Sumedang menewaskan warga yang sedang memperbaiki selokan (Azis, 2023). Ketiga, petir yang terjadi di Lampung menyambar 90 orang pendaki gunung dengan menewaskan satu orang dan anggota lainnya luka-luka (Azizah,

2023). Keempat, petir yang terjadi di Indramayu menewaskan 3 orang petani yang sedang memanen padi (Nursalikhah & Handayani, 2023). Kelima, petir yang terjadi di Jawa Barat menewaskan seorang nelayan yang sedang melaut di perairan batu hiu untukangkap ikan (Purnama & Sitanggang, 2023).

7. Petir jarang menyambar gedung bertingkat

Sambaran petir yang langsung mengenai struktur bangunan akan membahayakan bangunan dan seluruh isinya karena bisa berefek kebakaran, kerusakan perangkat elektrik atau bahkan korban jiwa. Karena apabila petir menyambar sebuah gedung maka peralatan listrik/elektronik sekaligus yang berada didalam ikut rusak. Aliran listrik akibat sambaran petir yang mengalir melalui gedung, yang mana besarnya dapat mencapai 200 kA, sehingga kerusakan yang terjadi adalah kerusakan thermis dan mekanis (Wahjudi, 2014). Namun petir jarang menyambar gedung-gedung bertingkat karena ada beberapa faktor yang mempengaruhinya.

Pertama, gedung-gedung bertingkat umumnya memiliki penangkal petir yang terpasang dengan baik. Penangkal petir yang dirancang secara khusus untuk menarik arus petir ke arah yang aman, yang kemudian didistribusikan melalui sistem grounding. Oleh karena itu, ketinggian bangunan dan penggunaan sistem penangkal petir yang efektif dapat mengurangi kemungkinan petir menyambar gedung tersebut. Kedua, bahan konstruksi gedung bertingkat dapat mempengaruhi seberapa mudah atau sulit petir menyambar. Gedung dengan atap yang terbuat dari bahan konduktif seperti logam lebih rentan terhadap petir. Namun, penggunaan sistem perlindungan petir yang tepat dapat mengurangi risiko tersebut. Ketiga, faktor lingkungan seperti kepadatan pohon, bangunan lain, atau struktur besar di sekitar gedung membuat gedung-gedung tersebut kurang menarik bagi sambaran petir dibandingkan dengan objek yang lebih konduktif seperti tiang atau antena yang terbuat dari logam. Keempat, adanya gedung-gedung bertingkat di sekitar juga dapat mengurangi

kemungkinan petir menyambar gedung tersebut. Gedung-gedung yang lebih tinggi di sekitar akan menjadi target yang lebih menonjol bagi sambaran petir daripada gedung bertingkat itu sendiri (Karta, 2020).

Namun, meskipun jarang terjadi, bukan berarti petir tidak pernah menyambar gedung-gedung bertingkat. Oleh karena itu, penting untuk memasang dan memelihara sistem penangkal petir yang efektif untuk melindungi gedung dan penghuninya dengan baik. Upaya perlindungan yang tepat dan signifikan dapat mengurangi kemungkinan risiko petir menyambar gedung bertingkat.

B. Pengertian Petir

Petir merupakan pelepasan muatan yang terjadi di antara atau dalam awan, atau antara awan dengan tanah. Awan memiliki muatan positif dan negatif; ketika muatan ini bertemu, terjadi tarikan yang menghasilkan kilat di awan. Begitu pula, jika muatan negatif saling dekat, akan terjadi tolakan yang dapat menyebabkan ledakan atau kilat. Bumi berfungsi sebagai tempat penyimpanan muatan positif dan negatif. Ketika pelepasan muatan petir terjadi dekat dengan bumi, terjadilah sambaran petir ke bumi. Jika petir mengenai penghantar secara langsung, kemungkinan besar penghantar tersebut akan putus karena tegangan impuls gelombang petir melebihi BIL (Basic Insulation Level) dari penghantar tersebut. Jika petir tidak langsung mengenai penghantar tetapi melalui induksi dari petir, gelombang petir menjalar sepanjang jaringan menuju titik lain yang dapat menetralkan arus petir, yaitu titik pentanahan (Hajar & Rahman, 2018).

Petir adalah fenomena alam yang spektakuler dan sering kali menakutkan karena sebaran petir diiringi seperti suara ledakan yang keras dengan kilatan cahaya atau guntur yang bisa sampai ke bumi. Cahaya petir yang membelah awan atau melintasi langit terkadang menampilkan warna-warni yang beragam, dari putih terang hingga ungu, biru, atau bahkan merah menyala yang menggambarkan keindahan energi yang terlepas. Selain itu, suara gemuruh petir berupa

dentuman-dentuman yang menggelegar tercipta oleh panas yang mendadak memanaskan dan mendinginkan udara secara cepat dan menghasilkan gelombang suara yang menggetarkan bumi.

Sambaran petir memiliki energi besar yang dapat merusak struktur, memicu kebakaran, bahkan membahayakan nyawa manusia. Oleh karena itu, penting mengetahui penyebab petir terjadi agar lebih siap dan waspada terhadap ancaman yang ditimbulkan fenomena petir. Beberapa faktor penyebab terjadinya petir adalah proses terbentuknya awan, perbedaan potensial listrik, cuaca ekstrem, ketidaksetimbangan muatan di bumi dan pola geografis (Rakov & Uman, 2003).

Q.S. Al-Baqarah [2] ayat 19

الصَّوَاعِقُ مِنْ آذَانِهِمْ فِي أَصَابِعِهِمْ يَجْعَلُونَ وَبَرْقٌ وَرَعْدٌ ظُلُمَاتٌ فِيهِ السَّمَاءِ مِنْ كَسْفِيبٍ أَوْ
بِالْكَافِرِينَ مُحِيطٌ وَاللَّهُ الْمَوْتِ خَذَرُ

Artinya: Atau seperti (orang yang ditimpa) hujan lebat dari langit, yang disertai kegelapan, **guruh**, dan **kilat**. Mereka menyumbat telinga dengan jari-jarinya, menghindari suara **petir** itu karena takut mati. Dan Allah meliputi orang-orang yang kafir.

Dahulu ada dua orang munafik dari kalangan penduduk Madinah yang kabur dari Rasulullah menuju orang-orang musyrik, lalu kedua orang itu diterpa hujan lebat disertai **guruh** yang keras, **petir**, **kilat** dan diantara mereka mendengar suaranya disertai ketakutan hingga sampai menutup telinganya dengan jarinya. Akibat dari ketakutan tadi akhirnya mereka menghadap kepada Rasulullah untuk dibaiai kemudian mereka menyatakan masuk islam. Kala itu kebiasaan orang munafik tatkala mereka menghadiri majelis Nabi, mereka selalu menutup telinganya dengan jari dikarenakan mereka takut akan sabda-sabda yang disampaikan oleh Nabi tentang hal yang menyangkut dengan perkara orang munafik. Mereka hanya takut mati, namun tidak takut kepada Allah dan Rasulullah.

Ketakutannya kaum munafikin tersebut tidak bermanfaat sedikitpun bagi mereka karena Allah telah meliputi mereka melalui kekuasaan-NYA dan mereka itu berada dibawah kendali kehendak Allah. Ketakutan yang mengguncangkan hati orang-orang munafik adalah berada dalam rasa takut dan khawatir yang besar.

Dengarkan dan terima nasehat dengan sikap yang baik!

Ketika seseorang menasehati kita tentang kebenaran, dengarkan baik-baik dan terima nasehat tersebut. Jangan angkuh dan melakukan sikap tidak sopan seperti menutup mata, menutup telinga dengan jari, atau mengacuhkan orang yang sedang berbicara.

C. Petir Terjadi di Awan Cumulonimbus

Awan yang dapat menghasilkan petir adalah awan *cumulonimbus*. *Cumulonimbus* berasal dari bahasa latin "*cumulus*" berarti kumpulan dan "*nimbus*" berarti hujan. Awan ini juga mengandung ion bermuatan listrik sehingga bisa menghasilkan hujan badai yang disertai petir, bahkan tornado. Awan *cumulonimbus* adalah jenis awan yang sangat besar, tebal, dan kuat yang sering dikaitkan dengan cuaca buruk atau badai. Awan ini memiliki penampilan yang mencolok, umumnya berbentuk gunung atau menara dengan puncak yang menyerupai kepala kembang kol yang besar. Mereka bisa membentang vertikal hingga ketinggian yang sangat tinggi dalam atmosfer.



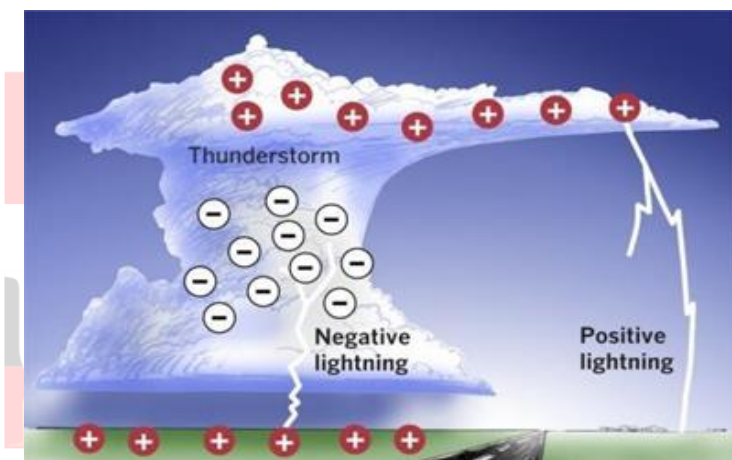
Gambar 4. Awan Cumulonimbus

Sumber: www.reddit.com

Awan Cumulonimbus banyak menjadi penyebab beberapa kecelakaan pesawat terbang di dunia. Kamu tentu pernah mendengar kecelakaan pesawat pesawat AirAsia QZ 8501 rute Surabaya-Singapura, yang terbang pada Minggu 28 Desember 2014. Awan Cumulonimbus diduga menjadi salah satu penyebabnya. Mengapa awan ini berbahaya dan menjadi ancaman bagi proses penerbangan? Berikut ini merupakan beberapa bahaya awan cumulonimbus.



Gambar 5. Kecelakaan Pesawat

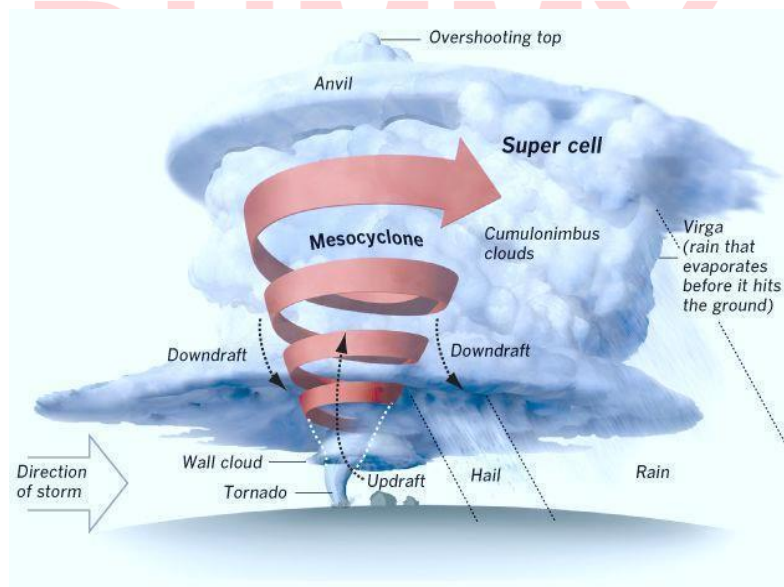


Gambar 6. Muatan yang terdapat pada awan cumulonimbus

Sumber: www.lightningprotection.com

Awan *cumulonimbus* mengandung banyak kristal es dan partikel bermuatan listrik yang diperlihatkan pada gambar 1.6. Bagian atas awan cumulonimbus ini bermuatan positif. Bagian bawah awan *cumulonimbus* ini bermuatan negatif. Partikel bermuatan ini terbentuk

ketika kristal es yang saling bergesekan dan menimbulkan proses ionisasi sehingga kristal es menjadi bermuatan. Partikel bermuatan ini dapat memunculkan petir. Sambaran petir dapat mengacaukan sistem kelistrikan pesawat, sehingga mengacaukan sistem komunikasi dan navigasi pesawat. Turbulensi adalah gerakan berputar tidak beraturan akibat perbedaan tekanan udara. Turbulensi yang besar bisa merusak struktur pesawat. Bahkan, dapat membuat pesawat patah.



Gambar 7. Pergerakan udara keatas (updraft) dan pergerakan udara kebawah (downdraft) pada awan cumulonimbus

Sumber: www.popularmechanics.com

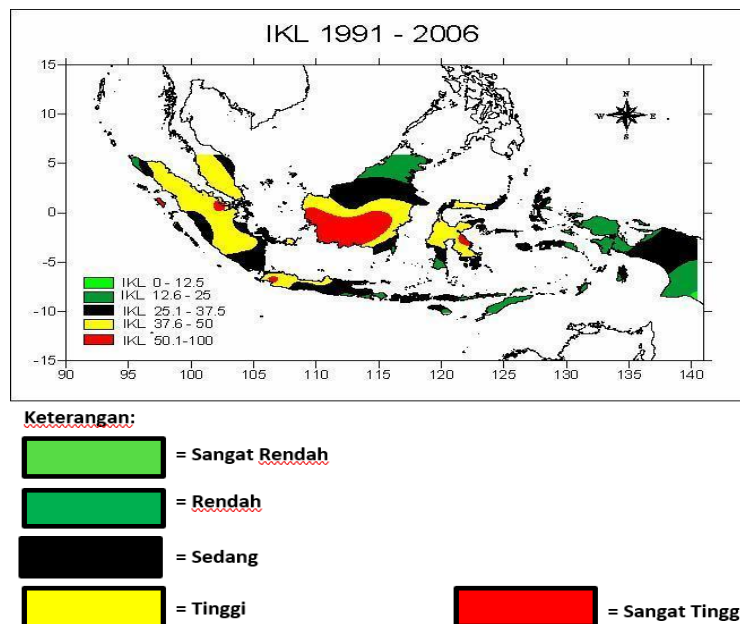
Di dalam awan cumulonimbus terdapat pergerakan udara ke atas atau updraft dan pergerakan udara ke bawah atau downdraft. Updraft terjadi pada proses pembentukan awan cumulonimbus. Downdraft terjadi pada saat butiran air hujan turun dari awan. Gerakan udara naik dan turun tersebut membuat pesawat mengalami turbulensi. Downdraft yang lebih besar dalam awan cumulonimbus dapat disebut dengan downburst. Downburst merupakan gerakan angin kebawah dengan kecepatan mencapai 270 kilometer per jam, Downburst yang terjadi dalam diameter kurang dari 4 kilometer dapat

disebut dengan microburst. Downburst dan microburst ini dapat menyebabkan kecelakaan dalam penerbangan.

D. Indonesia Sebagai Daerah Rawan Petir

Tingkat frekuensi petir dapat dilihat dari banyaknya hari guruh pertahun. Hari guruh pertahun ini dicatat di stasiun-stasiun Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) di berbagai kota Indonesia. Indonesia termasuk sebagai salah satu wilayah yang memiliki Intensitas Hari Guruh (*Thunderstorms Days*) cukup tinggi.

Hari guruh adalah banyaknya hari, dimana terdengar guruh paling sedikit satu kali dalam jarak kira-kira 15 km dari stasiun pengamatan. Jumlah sambaran petir di Indonesia cukup banyak untuk setiap tahunnya, rata-rata jumlah sambaran petirnya dapat mencapai lebih dari 200 hari guruh pertahun (Elsyania & Muliadia, 2022). Bisa kamu bayangkan bahwa Indonesia memiliki kerawanan yang cukup tinggi terhadap bahaya akibat sambaran petir. Gambar dibawah ini merupakan peta *Isokraunik Level* (IKL) Tahun 2004– 2006.

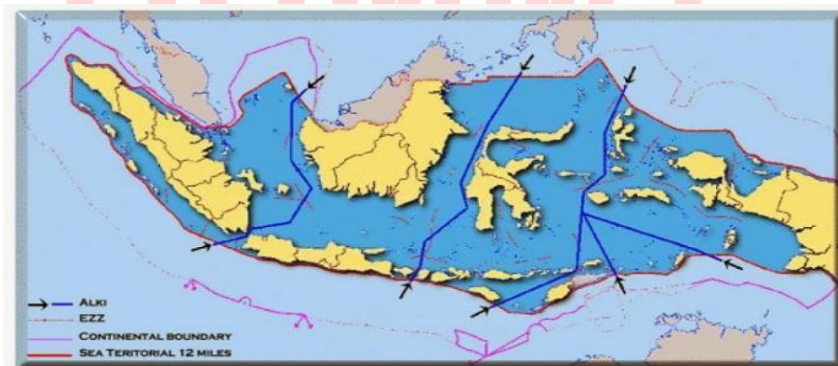


Gambar 8. Peta Isokeraunic Level (IKL) Indonesia tahun 1991—2006

Sumber: geofisikagowa.wordpress.com

Peta *Isokeraunic Level* (IKL) merupakan peta yang menggambarkan tingkat banyaknya petir pada suatu daerah. Dengan menggunakan peta ini, disajikan prosentasi hari guruh pertahun dalam nilai *Isokeraunic Level* (IKL). Penentuan nilai *Isokeraunic Level* (IKL) didapatkan berdasarkan banyaknya aktifitas petir atau sambaran petir ke bumi dalam rentang satu tahun di suatu wilayah. Nilai *Isokeraunic Level* (IKL) dinyatakan dalam sambaran per kilometer persegi per tahun. Dengan Peta *Isokeraunic Level* (IKL) dapat diklasifikasikan daerah-daerah yang rawan petir.

Berdasarkan jumlah hari guruh per tahun Indonesia merupakan negara yang rawan terhadap bahaya petir. Indonesia termasuk salah satu diantara tiga daerah yang memiliki intensitas petir yang terbesar selain Afrika Tengah dan lembah sungai Arizona. Hal ini dikarenakan kondisi meteorologis Indonesia memudahkan dan memenuhi syarat terjadinya petir. Indonesia merupakan negara yang terletak pada daerah khatulistiwa, dengan iklim tropis dan kelembaban yang tinggi. Wilayah Indonesia 70 persennya merupakan perairan (Ahrens & Samson, 2011). Karena memiliki banyak wilayah perairan, terjadi penguapan yang tinggi sehingga jumlah uap air besar. Hal ini membuat mudah terbentuknya awan petir, karena itu Indonesia termasuk negara yang memiliki sambaran petir yang tinggi.



Gambar 9. Peta Perairan Indonesia, Indonesia berada di daerah ekuatorial dengan hampir 70 persen wilayah merupakan perairan

Sumber: rovicky.wordpress.com

BAB 2

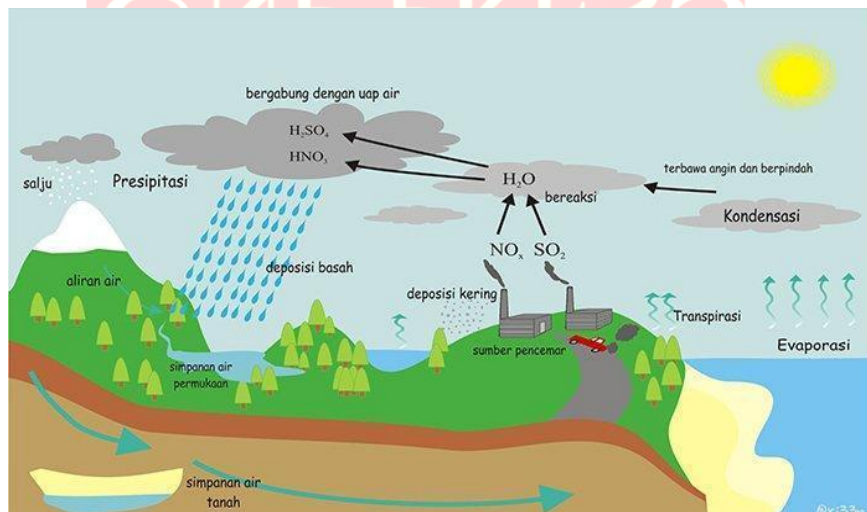
AWAN

Awan merupakan bagian penting yang mempengaruhi cuaca di bumi. Berapa banyak jenis awan yang terdapat di atmosfer bumi? Bagaimana terbentuknya? Bagaimana membedakan awan jenis satu dengan yang lain? Simak penjelasan berikut!

A. Pembentukan Awan

Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi merupakan suatu siklus air dari bumi ke atmosfer lalu kembali lagi ke bumi. Berikut ini merupakan beberapa proses dari proses terjadinya siklus hidrologi.



Gambar 10. Siklus Hidrologi

Sumber: www.pustbiologi.com

1. Evaporasi

Evaporasi merupakan peristiwa perubahan air menjadi uap air pada sembarang temperatur. Uap air tersebut kemudian naik ke atmosfer. Sebagai contoh yaitu air laut yang menguap akibat dari

sinar matahari. Tanpa adanya evaporasi maka siklus hidrologi tidak akan terjadi.

Faktor faktor yang mempengaruhi terjadinya evaporasi antara lain:

a. Radiasi matahari

Sumber utama terjadinya radiasi adalah sinar matahari. Perubahan wujud air laut menjadi gas memerlukan radiasi matahari. Semakin tinggi radiasi matahari maka semakin tinggi laju evaporasi yang terjadi.

b. Temperatur udara

Temperatur udara sangat mempengaruhi evaporasi. Semakin tinggi temperatur udara maka semakin besar kemampuan udara untuk menyerap air maka laju evaporasinya akan semakin besar.

c. Kelembaban udara

Semakin tinggi kelembaban udara maka kemampuannya untuk menyerap uap air meningkat sehingga laju evaporasi akan berkurang. Oleh karena itu semakin tinggi kelembaban maka laju evaporasinya akan semakin menurun.

d. Kecepatan angin

Penguapan menyebabkan udara menjadi lembab sampai akhirnya udara menjadi jenuh terhadap uap air dan proses evaporasi terhenti. Agar proses evaporasi dapat berjalan terus menerus udara yang telah jenuh harus diganti dengan udara yang kering. Penggantian tersebut dapat terjadi apabila terdapat angin. Oleh karena itu kecepatan angin merupakan faktor yang mempengaruhi laju evaporasi.

2. Transpirasi

Transpirasi merupakan peristiwa pengubahan air menjadi uap air yang naik ke atmosfer melalui jaringan hidup tumbuhan. Seperti halnya evaporasi yang mengubah air menjadi

uap air, hanya saja uap air yang dihasilkan transpirasi jumlahnya lebih sedikit dibandingkan evaporasi karena hanya sebatas penguapan pada tumbuhan. Laju transpirasi dipengaruhi oleh beberapa faktor yang mempengaruhi tumbuhan, diantaranya ukuran tumbuhan, ketersediaan cahaya, ketersediaan air tanah serta kelembaban udara.

3. Kondensasi

Kondensasi merupakan perubahan uap air menjadi air kembali pada suatu titik dengan temperatur tertentu karena mengalami pendinginan. Suhu menurun seiring bertambahnya ketinggian. Ketika uap air mencapai ketinggian tertentu, uap air tersebut berubah menjadi kristal es yang berukuran sangat kecil. kristal es yang terbentuk akan saling mendekat dan bersatu, sehingga membentuk awan.

4. Adveksi

Adveksi merupakan perpindahan awan dari suatu titik ke titik lain akibat dari arus angin atau perbedaan tekanan udara.

5. Presipitasi

Proses selanjutnya adalah presipitasi. Presipitasi merupakan proses jatuhnya butir-butir air dari atmosfer ke permukaan bumi akibat pengaruh suhu udara yang disebut hujan. Apabila suhu udara disekitar awan rendah, maka yang terjadi adalah turunnya salju.

6. Run Off

Run Off merupakan proses pergerakan air di permukaan bumi dari tempat yang tinggi ke tempat yang lebih rendah. Air tersebut kemudian kembali menguap melalui proses evaporasi dan seterusnya.

7. Infiltrasi

Tidak semua air akan mengalir melalui proses run off. Sebagian air hujan akan terserap ke dalam tanah dan menjadi air tanah. Proses ini dinamakan proses infiltrasi.

B. Kandungan Dari Awan

Awan mengandung uap air dan kristal es. Kandungan rata-rata tetesan awan memiliki jari jari sekitar 0,001 cm, dan volume bola sama dengan $\frac{4}{3} r^3$, di mana r adalah jari-jari. Substitusi 0,001 cm untuk r , kita menemukan bahwa setiap tetesan rata-rata memiliki volume sekitar $4 \times 10^{-9} \text{ cm}^3$.

Karena massa jenis air adalah sekitar 1 g/cm^3 , berarti massa setiap tetesan sekitar 4×10^{-9} gram. Jika dikalikan nilai ini dengan 1000 tetesan per cm^3 maka, awan memiliki kandungan air sebanyak 0,000004 g/cm^3 .

C. Jenis – Jenis Awan

Klasifikasi awan pertama kali dilakukan oleh Luke Howard (1722- 1864). Luke Howard menggunakan bahasa latin dalam penamaannya seperti *Cirrus* yang artinya helaian, *Cumulus* yang artinya gumpalan dan banyak jenis lainnya.

1. Kelompok Awan Tinggi

Kelompok awan tinggi umumnya memiliki ketinggian di atas 6000 meter. Temperatur rata-rata untuk kelompok awan tinggi biasanya kurang dari -35° celcius.

a. Awan cirrus

Awan ini halus, dan strukturnya seperti serat dan bentuknya mirip bulu burung. Awan ini memiliki ketebalan 1,5 km sampai 8 km. awan ini Awan ini tidak menimbulkan hujan. Ketinggian umumnya lebih dari 5000 meter. Awan ini terbentuk pada suhu rendah sehingga terdiri dari kristal es yang bergerak dengan kecepatan 0,5 m/s. Kristal es pada bagian yang lebih tinggi bergerak lebih cepat dibanding bagian yang rendah. Hal ini yang membuat bentuk melengkung pada awan Cirrus.



Gambar 11. Awan Cirrus
 Sumber: www.pinterest.com

b. Awan Cirrocumulus

Awan ini bentuknya seperti sekelompok domba, mengandung hujan yang tidak sampai ke permukaan bumi. *Cirrocumulus* sebagian besar terdiri dari kristal-kristal es. *Cirrocumulus* terbentuk seiring dengan kecepatan dan arah angin yang dapat merubah bentuknya.



Gambar 12. Awan Cirrocumulus
 Sumber: www.clickasnap.com

c. Awan Cirrostratus

Cirrostratus merupakan awan yang berbentuk serabut dengan jalur-jalur yang tipis, strukturnya halus berwarna keputihan-putihan dan mampu menutup sebagian atau seluruh langit. Seperti halnya awan cirrus awan ini terdiri dari kristal es, namun memiliki konsentrasi kristal es yang lebih rendah. Awan ini dapat menimbulkan halo, yaitu lingkaran yang bulat yang mengelilingi matahari dan bulan, halo pada awan ini terbentuk pada saat matahari melewati kristal es yang terkandung dalam awan ini, cahaya yang terpancar 220 dari matahari terhadap sudut pandang pengamat.



Gambar 13. (a)Awan Cirrostratus, (b)Fenomena Halo

Sumber: (a) www.metoffice.gov.uk, (b) www.wunderground.com

2. Kelompok Awan Sedang

Kelompok awan sedang terletak pada ketinggian di antara 2000m dan 6000m.

a. Awan Altocumulus

Awan *Altocumulus* terlihat bergerombol dan berdekatan. Lapisan awan berwarna putih dan kelabu yang terdiri dari unsur berbentuk bulatan pipih. Awan ini terdiri dari tetesan air. Awan ini terlihat pada hari cerah. Awan ini dapat berkembang menjadi awan hujan lainnya, bahkan *cumulonimbus*.



Gambar 14. Awan Altocumulus

Sumber: scied.ucar.edu

b. Awan Altostratus

Awan Altostratus berwarna kelabu atau kebiru-biruan. Bentuknya berserat. Awan ini tampak melebar menutupi sebagian atau seluruh langit. Awan ini terdiri dari butiran air dan kristal es, sehingga apabila terbentuk cukup tebal akan menghasilkan hujan. Awan ini umumnya terbentuk pada sore hari.



Gambar 15. Awan Altostratus

Sumber: sciencestruck.com

3. Kelompok Awan Rendah

Kelompok awan rendah merupakan kelompok awan yang terletak dibawah 2000m.

a. Awan Stratocumulus

Awan *Stratocumulus* berwarna kelabu dan putih. Terlihat umumnya pada petang. Lapisan awan yang terdiri dari unsur bulatan pipih dan memanjang, dan tipis. Awan ini tidak menghasilkan hujan.



Gambar 16. Awan Stratocumulus

Sumber: whatsthiscloud.com

b. Awan Stratus

Awan ini berwarna abu-abu terpecah-pecah dan tipis, dapat berbentuk lembaran atau lapisan. Awan *stratus* terdiri dari butir-butir air dan berada di ketinggian dibawah 2 kilometer. Awan ini dapat menyebabkan gerimis.



Gambar 17. Awan Stratus

Sumber: web.extension.illinois.edu

4. Kelompok Awan Dengan Perkembangan Vertikal

Kelompok awan dengan perkembangan vertikal merupakan kelompok awan yang terletak antara 500-1500m.

a. Awan Cumulus

Awan ini tampak berupa gumpalan putih yang tebal meskipun tidak setebal awan cumulonimbus. Awan ini tampak bertumpuk, sesuai dengan namanya yaitu awan cumulus yang artinya bertumpuk. Awan ini dapat menimbulkan hujan.



Gambar 18. Awan Cumulus

Sumber: search.yahoo.com

b. Awan Cumulonimbus

Seperti yang sudah kamu ketahui sebelumnya, awan yang dapat menghasilkan petir adalah awan *cumulonimbus*. *Cumulonimbus* berasal dari bahasa latin "*cumulus*" berarti kumpulan dan "*nimbus*" berarti hujan. Awan *Cumulonimbus* merupakan awan berupa gumpalan yang terletak pada ketinggian 2.000–16.000 meter dari permukaan bumi. Awan ini juga mengandung ion bermuatan listrik sehingga bisa menghasilkan hujan badai yang disertai petir. Awan cumulonimbus tampak gelap dibandingkan awan lainnya. Sesungguhnya awan *cumulonimbus* tidak hitam, bayangannya yang terlihat lebih gelap karena awan ini begitu tebal, sehingga dapat menghalangi cahaya dari matahari.

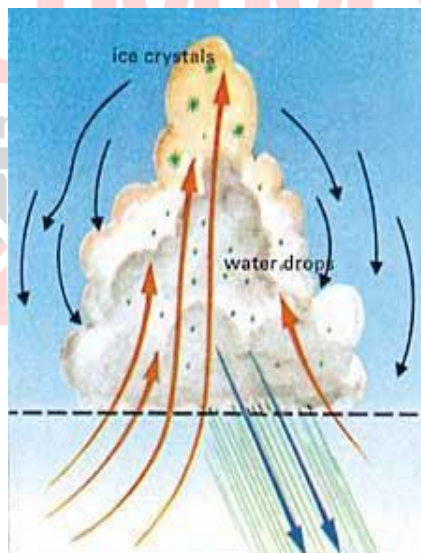


Gambar 19. Awan Cumulonimbus

Sumber: google.com

Proses pembuatan awan Cumulonimbus

Bentuk awan *cumulonimbus* ada yang mengatakannya seperti bunga kol ada juga yang mengatakannya seperti gumpalan kapas yang bertumpukan. Awan cumulonimbus terbentuk pada saat angin membawa kumpulan awan-awan kecil atau cumulus yang kemudian bersatu. Ketika awan-awan kecil ini bersatu, terdapat dorongan ke atas pada bagian dalam awan yang kemudian semakin besar ini meningkat.



Gambar 20. Pembentukan awan cumulonimbus

Q.S. An-Nur [24] ayat 43

أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ يَرْجِي سَحَابًا ثُمَّ يُؤَلِّفُ بَيْنَهُ ثُمَّ يَجْعَلُهُ رُكَّامًا فَتَرَى الْوَدْقَ يَخْرُجُ مِنْ خَلَالِهِ وَيَنْزِلُ مِنَ السَّمَاءِ مِنْ جِبَالٍ فِيهَا مِنْ تَرَدُّدٍ فَتَصَيِّبُ بِهِ مَنْ يَشَاءُ وَيُصْرِفُهُ عَنْ مَنْ يَشَاءُ يَكُادُ سَنَا يَرْفَهُ يَذْهَبُ بِالْأَبْصَارِ

Artinya: Tidaklah engkau melihat bahwasanya Allah menjadikan awan bergerak perlahan, kemudian Dia mengumpulkannya, lalu Dia menjadikannya bertumpuk-tumpuk, lalu engkau lihat hujan keluar dari celah-celahnya, dan Dia (juga) menurunkan (butiran-butiran) es dari langit, yaitu dari (gumpalan-gumpalan awan seperti) gunung-gunung, maka ditimpakan-Nya (butiran-butiran es) itu kepada siapa yang Dia kehendaki dan dihindarkan-Nya dari siapa yang Dia kehendaki. Kilauan kilatnya hampir-hampir menghilangkan penglihatan.

Ayat ini dinilai sementara oleh pakar muslim sebagai telah mendahului penemuan ilmiah modern tentang fase-fase pembentukan awan kumulus dan ciri-cirinya dan yang berkaitan dengan hal tersebut. Disebutkan bahwa awan yang menurunkan hujan dimulai dari atas awan yang berbentuk ongkakan yang disebut kumulus, yaitu awan yang timbulnya ke atas. Puncak kumulus bisa mencapai 15 sampai 20 kilometer hingga tampak seperti gunung yang tinggi. Dalam penemuan ilmu pengetahuan modern, cumulus yang menghasilkan hujan mengalami tiga fase: yaitu a) Fase koherensi dan pertumbuhan, b) Fase penurunan hujan, dan c) Fase penghabisan. Awan juga menurunkan butiran-butiran es dari langit, hal ini dikarenakan Kondensasi uap air lewat pendinginan di atmosfer pada lapisan di atas level beku, dan jika hanya mengalami evaporasi (pengembunan) dengan adanya sumber garam berasal dari laut maka terjadi hujan. Di samping itu awan kumulus inilah satu-satunya awan yang menghasilkan dingin

Makna ayat ini adalah menjelaskan tentang kekuasaan Allah yang harus di sadari oleh manusia bahwa Allah yang menggiring awan kemudian terjadi hujan dan petir ke arah yang dikehendaki olehnya. Surah ini berisikan tentang pernyataan bahwa Al-Qur'an benar diturunkan dan diwahyukan oleh Allah, yang mana didalamnya terdapat ayat peringatan bagi kaum muslimin. Dan surah ini mengajak hamba-Nya untuk merenungkan kehadiran Tuhan dalam sebuah kehidupan sehingga Tuhan akan membimbing orang yang dikehendaki oleh-Nya untuk menuju cahaya-Nya.

Lakukan sesuatu secara bertahap dan menghargai setiap proses!

Allah saja yang maha kuasa menciptakan awan dengan beberapa tahapan dan proses yang panjang, apalagi dengan urusan-urusan kita didunia. Untuk menjadi pintar harus melewati tahapan belajar dan untuk menjadi sukses harus melewati tahapan berusaha.

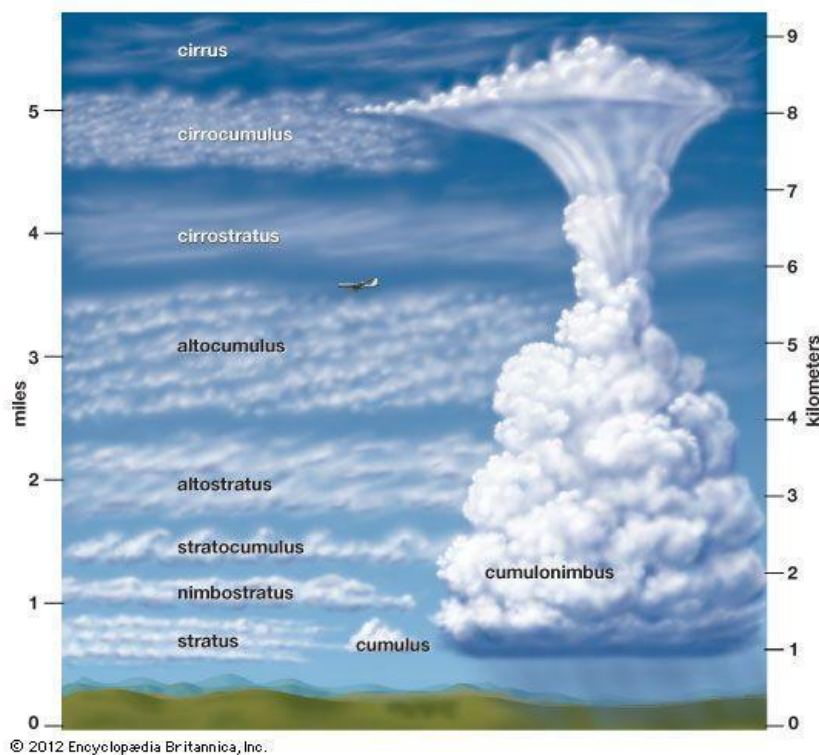
Dorongan ke atas pada bagian tengah awan lebih kuat dibandingkan dengan pada bagian pinggir, sehingga bentuk awan ini terlihat seperti tumpukan yang semakin besar ke arah vertikal. Awan cumulonimbus terdiri dari butiran air di bagian bawah dan kristal es (ice crystals) atau salju di bagian atas. Ketika butiran air dan es ini telah lebih besar dan berat dibandingkan dengan dorongan ke atas yang menyangga, jatuhlah air ini sebagai hujan. (Ginting et al., 2020)



Gambar 21. Awan cumulonimbus tampak seperti tumpukan yang semakin besar kearah vertikal

Sumber: discover.hubpages.com

Untuk dapat lebih memahami perbedaan jenis-jenis awan, dapat dilihat berdasarkan ilustrasi jenis awan dibawah ini.



Gambar 22. Ilustrasi jenis-jenis awan

Sumber: kids.britannica.com

D. Batas Awan

Jika melihat awan *Cumulus*, dasar dan tepi terlihat jelas dan tajam yang disebabkan oleh beberapa faktor. Faktor pertama adalah tetesan air di dasar awan awalnya terbentuk ke inti kondensasi, ketika tetesan pertama kali terbentuk, tetesan tersebut sangat kecil. Tetesan memiliki diameter sekitar mikrometer, yang membuat tetesan tersebut efektif pada hamburan cahaya tampak dan dasar awan terlihat jelas terlihat jelas.

Faktor lain adalah bahwa tetesan menguap dalam jarak yang sangat kecil dari dasar awan. Karena begitu kecil, tetesan awan jatuh perlahan dan langsung menguap. Jarak tetesan awan yang bisa jatuh tanpa menguap adalah sangat kecil, jika dilihat dari jarak yang sangat jauh, ini jelas akan tampak seperti permukaan datar.



Cek Kemampuan Literasi Sains Kamu

PETUNJUK:

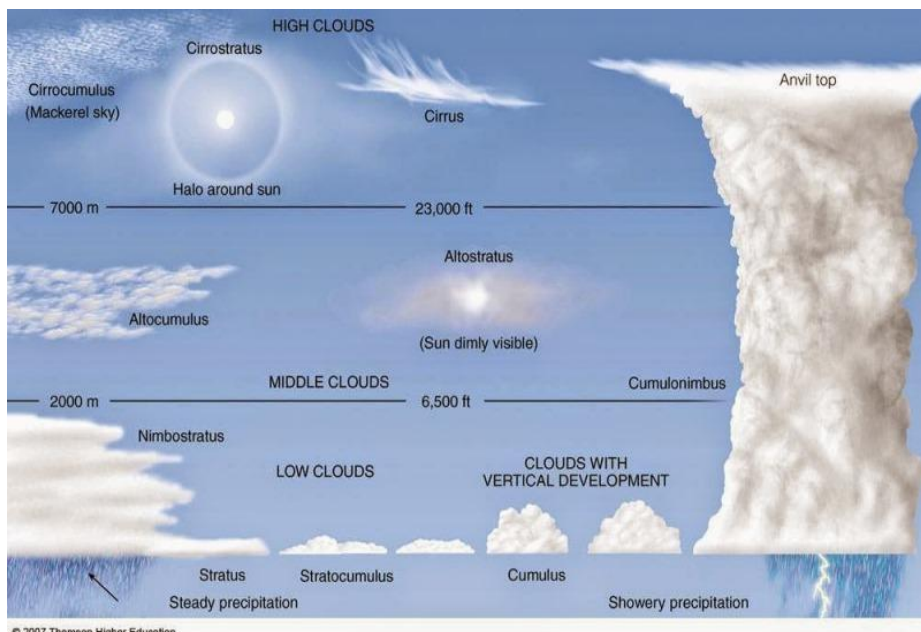
Bacalah teks dibawah ini dengan cermat dan teliti!
Jawablah soal yang tersedia pada buku tulismu!

Kasus 1: Prediksi Bentuk Awan Berdasarkan Kriteria Curah Hujan di Perairan Cilacap

Hujan adalah peristiwa turunnya air dari atmosfer ke permukaan bumi yang dapat terjadi di sembarang tempat, asalkan ada dua faktor yang mempengaruhinya yaitu adanya massa udara lembab dan terdapat sarana meteorologis yang dapat mengangkat massa udara tersebut untuk berkondensasi. Hujan akan terjadi apabila molekul-molekul air hujan sudah mencapai ukuran lebih dari 1 mm, hal ini memerlukan waktu yang cukup untuk tumbuh dari ukuran sekitar 1-100 mikron. Hujan merupakan sumber dari semua air yang mengalir di permukaan maupun

di dalam tampungan baik di atas maupun di bawah permukaan tanah. Hujan yang jatuh pada suatu DAS (Daerah Aliran Sungai) akan berubah menjadi aliran di sungai. Dengan demikian terdapat suatu hubungan antara hujan dan debit aliran yang tergantung pada karakteristik suatu DAS.

Awan dapat dikelompokkan berdasarkan ketinggian, bentuk, dan proses pertumbuhannya. Berdasarkan ketinggian, kita mengenal tiga jenis awan, yakni rendah, menengah, dan tinggi. Ditinjau dari bentuknya, ada dua kelompok awan. Pertama awan stratus (St) yang berbentuk seperti lapisan datar dan biasanya cakupannya luas. Kedua, awan cumulus (Cu) yang berbentuk seperti bunga kol. Sementara itu, berdasarkan proses pertumbuhan vertikal, kita mengenal awan Cu yang bisa berkembang menjadi cumulonimbus (Cb). Kedua jenis awan ini (Cu dan Cb) juga dapat dikategorikan sebagai awan rendah karena ia dapat menjadi dasar awan. Awan rendah biasanya terdiri dari kabut (awan yang berada di permukaan Bumi), St, stratocumulus (Sc), dan nimbostratus (Ns). Ns adalah awan hujan yang memiliki ketebalan beberapa ratus meter dari permukaan tanah sampai ketinggian 5.000 m. Awan Ns bisa menyebabkan hujan sepanjang hari atau semalam suntuk dengan intensitas ringan. Awan menengah terdiri dari altostratus (As) dan altocumulus (Ac). Selain itu, awan Cu dan Cb juga bisa dikategorikan awan menengah karena dasar awan Cu dan Cb bisa juga tumbuh dan berkembang mulai dari ketinggian 2.000 m. Awan tinggi biasanya terdiri dari kristal es karena ia berada pada lingkungan dengan suhu udara yang sangat dingin. Awan tersebut disebut cirus (Ci), cirrostratus (Cs), dan cirrocumulus (Cc).



Gambar 23. Jenis awan rendah

Sumber: www.enjiner.com

Besar kecilnya intensitas hujan tergantung jenis awannya. Pada awan nimbostratus, stratus, dan altostratus akan menghasilkan hujan ringan atau gerimis dengan ketinggian curah hujan kurang dari 10 mm. Sementara itu, awan stratocumulus dan altocumulus dapat menghasilkan hujan ringan sampai sedang (curah hujan kurang dari 20 mm). Sedangkan awan cumulus dan cumulonimbus dapat menghasilkan hujan lebat dan atau ekstrem (curah hujan di atas 30 mm). Hujan dapat diklasifikasikan berdasar intensitas curah hujannya.

Tabel 1. Data Rerata Intensitas Curah hujan (mm)

Tahun	Rerata Intensitas Curah hujan (mm)	Kriteria Curah Hujan	Bentuk Awan
2012	10.6	Hujan Ringan	Stratocumulus, altocumulus
2013	11.1	Hujan Ringan	Stratocumulus, altocumulus
2014	13.5	Hujan Ringan	Stratocumulus, altocumulus
2015	10.3	Hujan Ringan	Stratocumulus, altocumulus
2016	18.4	Hujan Ringan	Stratocumulus, altocumulus

Sumber: BPS Kabupaten Cilacap (2012-2016)

Tabel 2. Klasifikasi hujan dan intensitas hujan

Keadaan Curah Hujan	Intensitas Curah Hujan (mm)	
	1 jam	24 jam
Hujan sangat ringan	<1	<5
Hujan ringan	1-5	5-20
Hujan normal	5-10	20-50
Hujan deras	10-20	50-100
Hujan sangat deras	>20	>100

Sumber: (Prayuda, 2015)

Tabel 3. Klasifikasi Bentuk Awan

Curah hujan	Keadaan curah hujan	Klasifikasi bentuk awan
<10mm	Hujan ringan/gerimis	Nimbostratus, stratus, altostratus
<20mm	Hujan ringan-sedang	Stratocumulus, altocumulus
>30mm	Hujan lebat/ekstrem	Cumulus, cumulonimbus

Sumber: (Aldrian et al., 2011)

Berdasarkan analisis data yang telah dilakukan, yaitu pengelompokan atau pengklasifikasian data intensitas curah hujan dalam kurun waktu 5 tahun (2012-2016) diperoleh data secara rinci yaitu: Pada tahun 2012 rerata intensitas curah hujan 10.6mm dengan kriteria curah hujan termasuk hujan ringan maka termasuk kelompok bentuk awan Stratocumulus, altocumulus. Pada tahun 2013 rerata intensitas curah hujan 11.1mm dengan kriteria curah hujan termasuk hujan ringan maka termasuk kelompok bentuk awan Stratocumulus, altocumulus. Pada tahun 2014 rerata intensitas curah hujan 13.5mm dengan kriteria curah hujan termasuk hujan ringan maka termasuk kelompok bentuk awan Stratocumulus, altocumulus. Pada tahun 2015 rerata intensitas curah hujan 10.3mm dengan kriteria curah hujan termasuk hujan ringan maka termasuk kelompok bentuk awan Stratocumulus, altocumulus. Pada tahun 2016 rerata intensitas curah hujan 18.4mm dengan kriteria curah hujan termasuk hujan ringan maka termasuk kelompok bentuk awan Stratocumulus, altocumulus. Berdasarkan rincian data tersebut, maka secara garis besar dapat ditarik kesimpulan bahwa prediksi bentuk awan berdasarkan curah hujan yang terjadi di perairan cilacap yaitu kelompok bentuk awan stratocumulus dan altocumulus.

Sumber: dikutip dari Jurnal Saintara (Lusiani, 2019)

SOAL FISIKA: PERUBAHAN WUJUD ZAT

1. Dari penjelasan kasus diatas, buatlah tabel identifikasi pengelompokan jenis awan berdasarkan ketinggian dari yang terendah sampai yang tertinggi! Lalu, tambahkan alasan mengapa dari proses pembentukan awan yang sama bisa menghasilkan jenis awan yang berbeda-beda!
2. Berdasarkan data yang dikemukakan diatas bahwa pada setiap klasifikasi awan bisa menyebabkan terjadinya hujan. Namun, petir hanya terjadi di awan cumulonimbus saja. Jadi, apakah semua awan bermuatan listrik ? Dan bagaimana proses pembentukan awan sehingga menghasilkan jenis yang berbeda-beda? Jelaskan jawabanmu!



Cek Kemampuan Literasi Lingkungan Kamu

PETUNJUK:

Seberapa setujukah kamu dengan pernyataan berikut ini?
Beri centang di salah satu kotak setiap pernyataan.

No	Pernyataan	Sangat Setuju	Setuju	Tidak Setuju	Sangat Tidak Setuju
1.	Saya peduli bahwa awan adalah salah satu ekosistem lingkungan yang harus dijaga				
2.	Saya memahami pentingnya menjaga kebersihan udara dan menghindari polusi udara yang dapat merusak awan				
3.	Saya mengurangi penggunaan kendaraan bermotor kecuali jika sangat diperlukan				

BAB 3

PETIR

A. Proses Terjadinya Petir

Petir merupakan gejala listrik statis di 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). Kapasitor adalah sebuah komponen pada rangkaian listrik yang bisa menyimpan energi sesaat (energy storage). Petir dapat terjadi dari awan ke awan (intercloud). Mari baca lebih lanjut untuk lebih memahami proses terjadinya petir!



Gambar 24. Petir merupakan gejala alam yang bisa kita analogikan dengan sebuah kapasitor raksasa

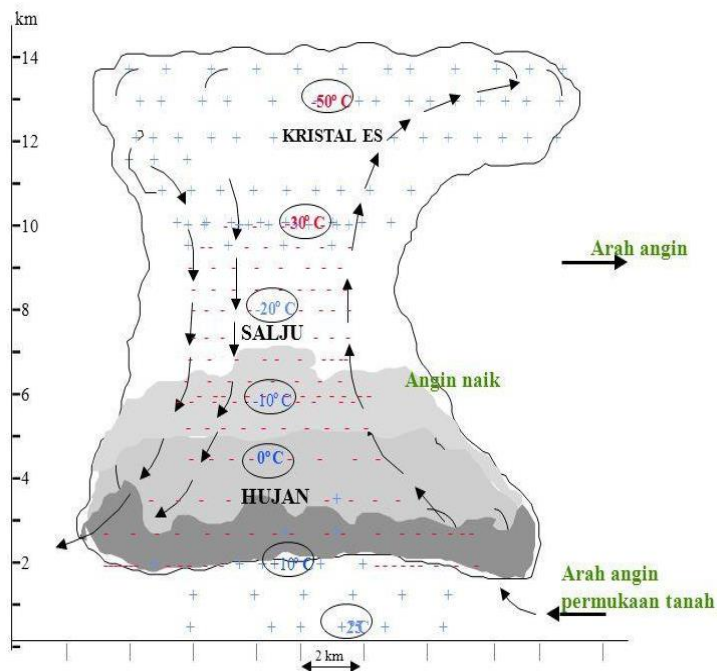
Sumber: decoloumb.wordpress.com

Proses terjadinya petir diawali dengan proses pembentukan awan bermuatan. Setelah terbentuknya awan bermuatan barulah terjadi proses yang selanjutnya yaitu proses sambaran petir yang memiliki beberapa tahap. Untuk dapat memahaminya mari simak penjelasan berikut ini!

1. Proses pembuatan awan bermuatan

Sebelumnya kamu sudah mengetahui proses pembentukan awan. Awan dapat terbentuk diawali dengan proses evaporasi yaitu penguapan air oleh sinar matahari. Ketika uap air tersebut berada pada ketinggian tertentu, uap air tersebut akan mengalami kondensasi terbentuklah awan.

Awan *cumulonimbus* memiliki muatan positif pada bagian atas dan negatif ada bagian bawah. Proses pembentukan awan cumulonimbus diawali dengan adanya aliran udara naik ke lapisan atmosfer. Angin membawa uap air dengan kandungan partikel-partikel bebas. Semakin tinggi dari permukaan, maka temperatur udara semakin kecil. Karena temperatur yang kecil, uap air dan tersebut berubah menjadi kristal es. Kristal es bergesekan. Ketika gesekan itu berlangsung, kristal es yang awalnya tidak bermuatan mengalami ionisasi sehingga memiliki muatan positif dan muatan negatif. Muatan positif pada awan bagian atas, sedangkan muatan pada bagian bawah awan. Demikian terbentuklah awan yang bermuatan.



Gambar 25. Proses pembentukan awan bermuatan

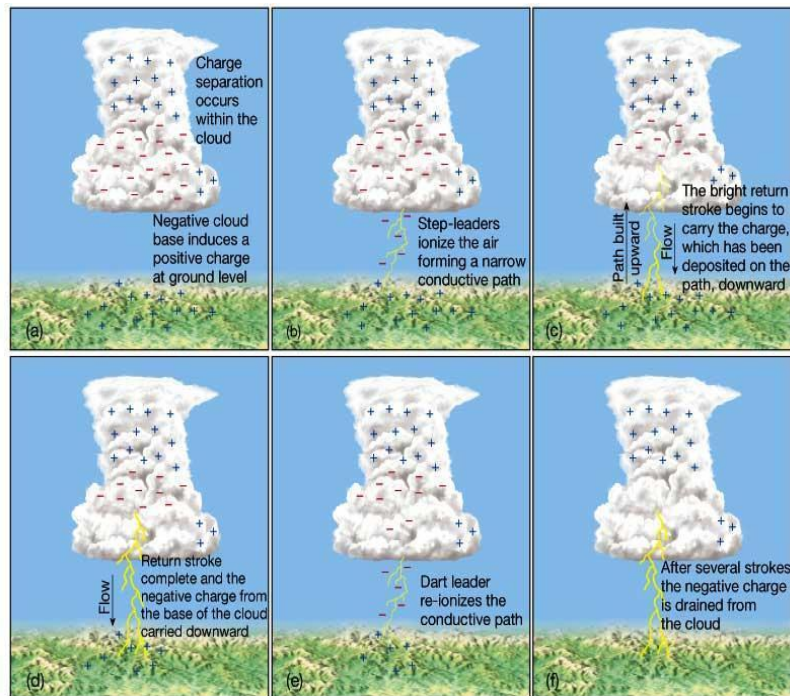
Sumber: Repository.usu.ac.id/bitstream

Setelah terbentuknya awan bermuatan, jadi awan dan bumi dapat dianggap sebagai kedua plat dengan muatan yang berbeda atau terdapat beda potensial antara awan dengan bumi. Seperti yang kita bahas sebelumnya, jika terdapat beda potensial maka akan terjadi pelepasan muatan. Pada saat itulah terjadi petir. Lalu, bagaimanakah proses sambarannya? apa saja tahapan sambaran petir?

2. Proses sambaran petir ke bumi

Bumi tidak bermuatan, atau netral begitu juga yang ada di atasnya, seperti gedung, pohon, manusia. Seperti yang sudah dibahas sebelumnya, awan cumulonimbus bermuatan negatif dibagian bawah karena pengaruh ionisasi. Terjadi perbedaan muatan antara awan dan bumi. Perbedaan muatan menyebabkan terjadinya perbedaan potensial listrik antara awan dan bumi. Selanjutnya, terjadi pelepasan muatan dari awan ke bumi, kemudian terjadilah petir.

Tahapan pertama dari sambaran petir ini disebut **stepped leader**. Tahapan ini sangat samar. Pada saat ujung stepped leader ini mendekati bumi, medan listrik di bumi meningkat, dan saat itu muatan positif dari bumi mulai naik dan bertemu dengan ujung stepped leader. Setelah bertemu, sejumlah besar elektron mengalir ke tanah dan berlangsung tahapan selanjutnya yaitu sambaran kembali dari tanah ke awan atau **return stroke**. Return Stroke ini tampak lebih bercahaya. Tahapan ini memiliki panjang sekitar satu inci atau lebih. Tahapan ini terjadi begitu cepat yaitu mencapai sekitar sepuluh perseribu detik sehingga mata kita tidak bisa melihat setiap gerakan yang terjadi, yang dapat kita lihat hanyalah tampaknya cahaya yang sangat terang.



Gambar 26. Proses sambaran petir

Sumber: www.ux1.eiu.edu

Seringkali, terjadi tidak hanya satu sambaran petir, tetapi terjadi beberapa sambaran susulan di jalur yang. Tahapan sambaran susulan ini yang disebut **dart leader**. Tahapan ini merupakan proses yang sama dan terjadi pada jalur yang sama dari stepped leader namun, proses ini terjadi lebih cepat.

Biasanya, sambaran petir akan memiliki tiga atau empat *stepped leader*, masing-masing diikuti oleh *return stroke*. Pada saat *stepped leader* yang kedua mendekati bumi, biasanya energi *return stroke* atau sambaran balik yang kedua dari tanah menuju awan ini lebih kecil dari yang pertama. Kilatan petir terdiri dari banyak sambaran (satu foto atau gambar kilatan memiliki sekitar 26 sambaran) biasanya berlangsung kurang dari satu detik. Selama periode waktu singkat ini, mata kita mungkin hampir tidak dapat melihat gerakan setiap sambaran dan melihatnya berupa kedipan kilat.

3. Kilat dan Guru Peristiwa bersamaan

Ketika petir terjadi, kita melihat adanya kilat yaitu kilauan cahaya yang menyambar, lalu diikuti oleh suara guruh. Hal ini terjadi seakan-akan terlihatnya kilat dan terdengarnya guruh tersebut terjadi dalam waktu yang berbeda. Sesungguhnya kilat dan guruh merupakan kejadian yang terjadi bersamaan. Mengapa hal ini bisa terjadi? Mengapa kilatan cahaya petir muncul terlebih dahulu dibandingkan dengan suara guruh yang terdengar?

4. Guruh

Temperatur sambaran petir dapat mencapai 30.0000 Celcius. Temperatur ini merupakan 5 kali lebih panas dari permukaan matahari. Sambaran petir juga menghasilkan tekanan sekitar 10-100 atmosfer. Peningkatan tekanan ini menyebabkan gelombang kejut yang menyebar melalui atmosfer yang terdengar sebagai gemuruh. Kita semua sadar bahwa petir terlihat lebih dahulu, lalu diikuti oleh suara guruh setelah beberapa detik.

$$V_c \gg V_s$$

Keterangan:

V_c = Kecepatan Cahaya

V_s = Kecepatan Suara

Kilat terlebih dahulu dilihat oleh kita, sementara guruh terdengar setelah petir terlihat. Karena kilatan petir sendiri merupakan gelombang cahaya, sementara guruh merupakan gelombang bunyi. Kecepatan kilatan petir merambat jauh lebih cepat dibandingkan dengan kecepatan guruh, karena cahaya merambat jauh lebih cepat dibandingkan dengan bunyi.

5. Jarak terjadinya petir

Seberapa jauh sebenarnya petir yang kita lihat? Cahaya bergerak begitu cepat dibandingkan suara terdengar. Kecepatan

cahaya 3×10^8 meter per detik, sedangkan kecepatan bunyi di udara yaitu 340 meter per detik, oleh karena itu suara guruh memakan waktu lebih lama untuk mencapai telinga manusia dibandingkan kilat terlihat. Jika kamu mulai menghitung detik dari saat melihat petir sampai kamu mendengar guruh, kamu dapat menentukan seberapa jauh sambaran petir.

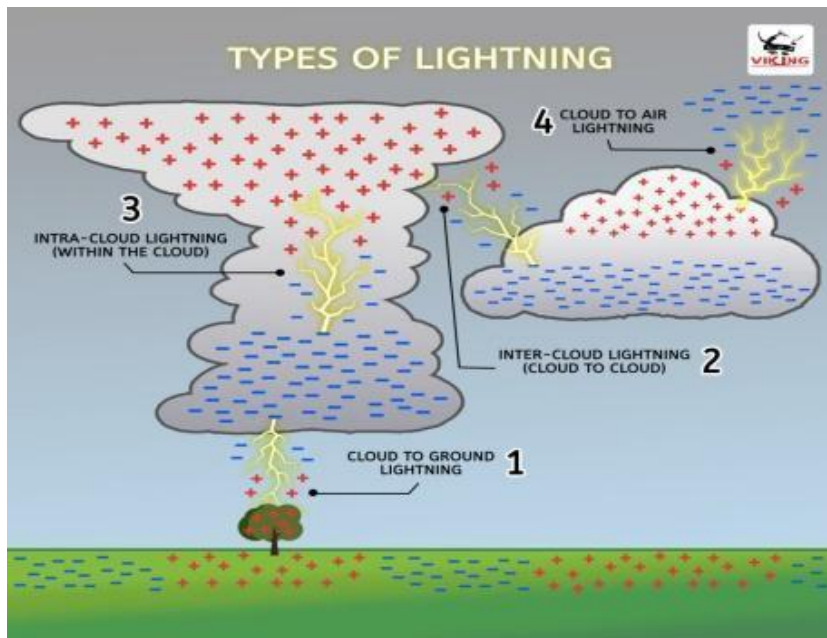
Dalam beberapa kasus, kilat terlihat, tetapi tidak ada guruh yang terdengar. Apakah ini berarti bahwa petir tidak menghasilkan suara guruh? sebenarnya, ada guruh, tetapi dibiaskan atau dibelokan oleh atmosfer yang melemahkan gelombang suara sehingga membuat suara guruh tak terdengar.

6. Sasaran Petir

Hampir semua tempat di muka bumi ini dapat tersambar petir. Seringkali di lapangan terdapat penangkal petir. Petir cenderung menyambar bendabenda yang memiliki penampang yang lebih kecil karena pada benda yang memiliki penampang yang kecil atau runcing karena muatan akan mudah diserap atau mudah mengalir pada penampang yang kecil. Oleh karena itu tujuan penangkal petir dibuat ujungnya meruncing. Oleh karena itu, pada saat terjadinya petir kita tidak boleh berteduh di pohon yang ujungnya runcing seperti pohon kelapa atau pohon aren.

B. Jenis-Jenis Petir

Petir yang terjadi di alam memiliki beberapa bentuk yang berbeda. Petir yang terlihat selama ini ternyata memiliki berbagai jenis yang akan diuraikan dalam pembahasan berikut.



Gambar 27. Jenis-Jenis Petir

Sumber: viking-ese.com

Berikut Jenis Petir berdasarkan proses terjadinya:

1. Petir Awan ke Tanah (Cloud to Ground/CG)

Petir awan ke tanah (cloud to ground / CG) merupakan jenis petir yang paling umum terjadi paling berbahaya dan merusak. Proses terjadinya petir ini diawali dengan pembentukan awan bermuatan. Uap air yang naik ke permukaan menjadi kristal es karena pengaruh suhu yang semakin rendah. Kristal es tersebut saling bergesekan sehingga mengalami ionisasi, sehingga kristal es yang awalnya tidak bermuatan menjadi bermuatan. Sehingga awan memiliki muatan negatif dan positif. Bumi bermuatan netral. Terjadi beda potensial antara awan dan bumi. Akibat adanya beda potensial antara awan dan bumi sehingga terjadinya pelepasan elektron dari awan menuju bumi pelepasan elektron ini besar antara bumi menimbulkan percikan yang besar yang kita sebut sebagai petir awan ke bumi, atau awan ke tanah. Jika dilihat dari gambar 3.5 dapat kita lihat bahwa sambaran petir ini terkonsentrasi pada satu titik di bumi, dengan demikian maka intensitas

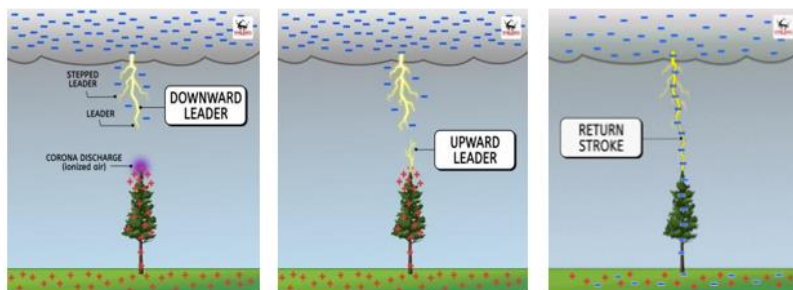
sambarannya pun sangat besar dan daya yang dihasilkan petir inipun besar oleh karena itu petir ini sangat berbahaya.



Gambar 28. Petir Awan ke tanah (Cloud to ground/CG)

Sumber: sariaatainah.blogspot.com

Tipe petir CG adalah tipe petir yang paling berbahaya untuk manusia, karena sambaran petir ini mencapai permukaan bumi/ground. Petir CG terjadi karena interaksi tarik menarik antara muatan negatif di awan dan muatan positif di ground. Petir CG dapat dibagi menjadi beberapa tahap, diantaranya adalah *Downward Leader*, *Upward Leader*, dan *Return Stroke*.



(a) Downward Leader

(b) Upward Leader

(c) Return Stroke

Gambar 29. Tahapan Petir CG

Sumber: <https://viking-ese.com/>

Downward Leader adalah pergerakan muatan negatif dari bagian bawah awan ke permukaan tanah yang bermuatan positif. Lidah-lidah petir yang merambat disebut dengan Step Leader.

Upward Leader (Streamer) adalah pergerakan muatan positif dari objek yang bermuatan positif ke arah downward leader. Upward Leader biasa terjadi pada objek yang tinggi dan runcing. Hal ini disebabkan benda runcing memiliki muatan yang lebih terkonsentrasi dibandingkan dengan benda tumpul.

Return Stroke terjadi ketika upward leader dan downward leader bertemu, sehingga memberikan jalur untuk muatan negatif yang terkumpul di lidah – lidah petir untuk mengalir/bergerak ke arah permukaan tanah.

2. Petir dalam Awan (*Cloud to Cloud/CC*)

Petir CC merupakan pelepasan muatan yang terjadi antara satu awan ke awan yang berbeda. Petir ini biasanya terlihat seperti kaki laba-laba yang menjalar secara horizontal. Jenis petir ini tidak menimbulkan ancaman terhadap struktur/bangunan, maupun kehidupan di permukaan tanah, namun dapat membahayakan penerbangan.

Proses pembentukan awan bermuatan pada petir ini sama seperti petir awan ke bumi, yaitu awan mengalami ionisasi akibat adanya gesekan kristal es sehingga awan memiliki muatan negatif dan positif sehingga terbentuk beda potensial dengan awan yang sama sehingga menimbulkan pelepasan elektron berupa petir. Jika dilihat dari gambar, sambaran petir ini hanya tersebar pada awan yang sama namun tidak sampai ke bumi, sehingga petir ini tidak begitu membahayakan bagi makhluk hidup di bumi, namun dapat berbahaya bagi pesawat yang melintasi awan ini. Petir ini biasanya tampak terlihat seperti cahaya yang menghambur secara kelap-kelip.



Gambar 30. Petir dalam Awan (Cloud to Cloud/CC)

Sumber: <https://viking-ese.com/>

3. Petir antar Awan (*Intra-Cloud/IC*)

Petir IC adalah tipe petir yang paling umum terjadi. Jenis petir ini diakibatkan oleh pelepasan muatan antara pusat-pusat muatan yang berlawanan dalam awan yang sama. Sambaran petir ini tidak berbahaya karena tidak mencapai tanah dan hanya terlihat seperti kilatan cahaya yang tersembunyi dalam awan.

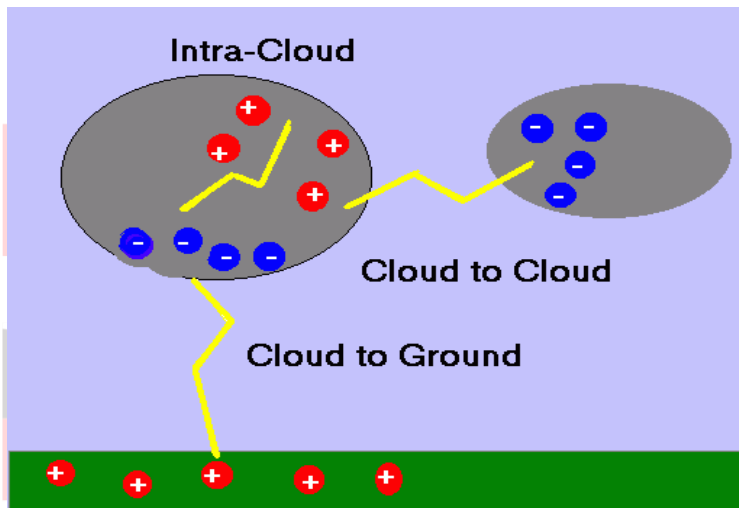
Pembentukan awan bermuatan pada petir ini sama seperti petir dalam awan dan petir awan ke tanah, yaitu melalui proses ionisasi akibat gesekan kristal dalam kandungan awan. Petir ini terjadi pada pusat awan yang memiliki muatan yang berbeda. Pelepasan muatan yang terjadi menjebatani celah udara kosong yang diantara kedua muatan tersebut. Jika dilihat dari gambar sambaran pada petir ini tersebar di antara awan, dan sambarannya tidak sampai kebumi sehingga petir ini tidak begitu membahayakan bagi aktifitas makhluk hidup di bumi, namun dapat membahayakan apabila ada pesawat yang melintasi awan tersebut.



Gambar 31. Petir antar Awan (Intra-Cloud/IC)

Sumber: <https://viking-ese.com/>

Untuk lebih memahami perbedaan petir awan ke tanah, awan ke udara dan petir antar awan dapat dilihat berdasarkan ilustrasi jenis petir berikut:



Gambar 32. Ilustrasi Jenis Petir

Sumber: www.weathergamut.com

4. Petir Awan ke Udara (*Cloud to Air/CA*)

Petir jenis ini mengacu pada muatan positif yang melompat dari awan ke udara bebas yang bermuatan negatif. Secara teknis,

semua sambaran petir dari awan ke tanah mengandung komponen ‘Petir CA’ di banyak cabang yang memanjang menjauhi saluran utama dan berakhir seketika di udara (*Step Leader*).



Gambar 33. Petir ke Udara (Cloud to Air/CA)

Sumber: <https://viking-ese.com/>

Berikut Jenis petir berdasarkan muatannya:

1. Petir Negatif (-)

Biasanya terjadi sambaran berulang ulang dan bercabang cabang.



Gambar 34. Petir Negatif

Sumber: www.suwondo.wordpress.com

2. Petir Positif(+)

Biasanya terjadi hanya satu kali sambaran



Gambar 35. Petir Positif

Sumber: www.suwondo.wordpress.com

Ada banyak nama dan keterangan tipe dan bentuk petir. Beberapa adalah sub tipe dari ke empat tipe petir dan yang lainnya berdasarkan gambaran optik, bentuk tampilan dan mitos. Beberapa tipe yang terkenal: *ball lightning*, *heat lightning*, *sheet lightning*, *bead lightning*, *ribbon lightning*, *volcanic triggered lightning*, *petir mind blowing beauty*, *sprites*, *blue jets*, and *elves*.

1. Ball Lightning (Petir Bola)

Pelepasan muatan listrik electrical yang secara kasar berbentuk bola dan berdiameter sampai 10 meter serta terjadi bersama sama dengan badai guntur. Foto dokumentasinya jarang dan sering salah terka seolah olah seperti UFO.



Gambar 36. Ball Lightning

Sumber: www.suwondo.wordpress.com

2. Heat Lightning (Petir Panas)

Terlihat di alam hari pada jika langit cerah. Awan Cb, cumulonimbus, (biasanya pada horizon atau pegunungan sekitarnya) tidak terlihat. Jenis sambaran bisa CC,CG atau IC.



Gambar 37. Heat Lightning

Sumber: www.suwondo.wordpress.com

3. Sheet Lightning (Petir yang berbentuk spreng tipis)

Awan yang terang dari cahaya petir berada diantara pengamat dan sambaran petir yang tidak terlihat. Sambaran berasal dari CC, CG, atau IC.



Gambar 38. Sheet Lightning

Sumber: www.suwondo.wordpress.com

4. Bead Lightning (Petir manik manik)

Intensitas cahaya berubah ubah sepanjang saluran sehingga menyerupai kalung manik manik, juga dikenal sebagai petir gelang atau petir mutiara. Petir ini termasuk jenis petir antar awan. Petir ini terjadi pada pusat awan yang memiliki muatan yang berbeda. Awan bermuatan terbentuk dari proses ionisasi akibat gesekan dari kristal es yang terkandung dari awan. Petir ini dinamakan petir manik dikarenakan intensitas cahaya yang berubah ubah sepanjang jalur sambarannya sehingga menyebabkan menyerupai kalung manik-manik. Sangat sulit untuk melihat petir ini dengan mata telanjang. Petir ini juga dikenal sebagai petir gelang atau petir mutiara.



Gambar 39. Bead Lightning

Sumber: www.suwondo.wordpress.com

5. Ribbon lightning

Petir ini terjadi karena saluran petir bergerak kesamping akibat angin atau karena saluran yang berkelok. Sambaran petir yang berulang ulang memperlihatkan bahwa setiap sambaran berpindah jarak dari yang sebelumnya sehingga terlihat seperti pita.



Gambar 40. Ribbon lightning

Sumber: www.suwondo.wordpress.com

6. Volcanic Triggered Lightning

Petir ini terjadinya dapat dipicu oleh letusan gunung berapi yang sangat besar, yang dapat mengeluarkan gas dan material ke atmosfer. Proses terjadinya petir yang terjadi pada saat erupsi gunung berapi ini tidak jauh berbeda dari petir pada umumnya. Pada saat gunung berapi meletus. Gunung berapi mengeluarkan partikel abu panas, uap dan gas. Partikel tersebut kemudian bertabrakan satu dengan yang lainnya sehingga terjadinya ionisasi pada awan vulkanik dan kemudian terjadilah pelepasan elektron yang kita lihat sebagai petir. Sebagian besar petir ini memiliki panjang 1,8 km. Petir ini berlangsung cepat bahkan terkadang hanya berlangsung beberapa milidetik.



Gambar 41. Volcanic Triggered Lightning

Sumber: www.pinterest.com

7. Petir Mind Blowing

Petir ini melalui udara memancarkan cahaya putih, dapat juga tampak dengan warna yang berbeda tergantung pada kondisi cuaca. Misalkan karena kelembaban, kabut, debu dan semacamnya, petir ini dapat tampak merah atau orange pada saat matahari terbenam. Jika dilihat dari gambar, petir ini memiliki sambaran yang tersebar sebelum sampai ke bumi, sehingga daya yang dihasilkan tidak sebesar petir awan ke bumi.



Gambar 42. Petir mind blowing beauty

Sumber: <https://pakarpetir.com>

8. Sprite

Sprite adalah petir di atmosfer tengah. Sprite terjadi dalam durasi yang sangat singkat. Sprite tampak besar, cahayanya tampak redup, dan berwarna merah. Meskipun tidak sepenuhnya jelas bagaimana sprite terbentuk, namun yang dapat diketahui bahwa sprite terbentuk ketika pada saat terjadi petir awan ke tanah yang sangat besar menimbulkan medan listrik atmosfer meningkat sedemikian rupa dan menimbulkan percikan. Sprite sering terlihat diketinggian sekitar 45 mil (sekitar 72 km di mesosfer), dan memanjang ke atas ke tepi ionosfer dan kadangkadang ke lapisan bawah stratosfer. Meski hanya menampilkan kilat yang jauh lebih samar dan sebentar dari petir-petir biasa yang terjadi di Bumi, sprite menghasilkan arus listrik yang 10 kali jauh lebih tinggi dari petir biasa dapat kamu bayangkan besarnya!



Gambar 43. Fenomena red sprite

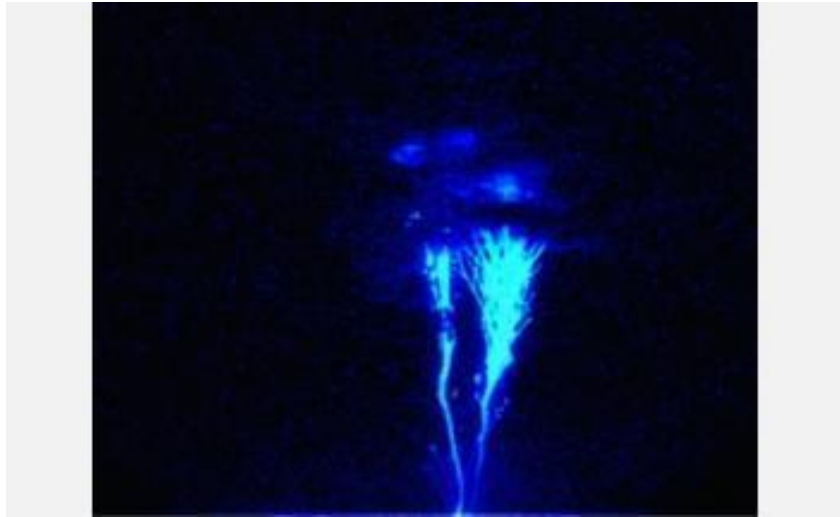
Sumber: <https://visibleearth.nasa.gov/>

9. Jet biru (Blue Jets)

Jet biru biasanya terlihat dalam bentuk kerucut. Meskipun samar, jet biru dapat dilihat dengan mata telanjang. Jet biru ini belum dipahami dengan sepenuhnya, tetapi tampaknya dapat mentransfer sejumlah besar energi listrik ke atmosfer atas.

Jet Biru biasanya terlihat dari lapisan ionosfer 40 kilometer sampai 50 kilometer di atas permukaan bumi. Jet biru terbentuknya dalam badai hujan es. Seperti namanya, Jet biru memiliki warna

biru. Warna biru ini diperkirakan berasal dari adanya garis-garis emisi ultraviolet biru dari molekul nitrogen yang netral dan terionisasasi.

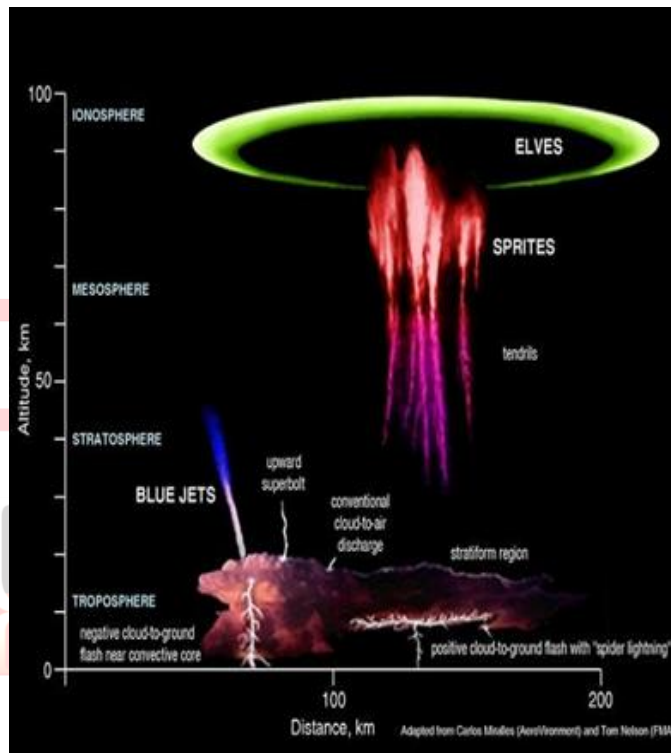


Gambar 44. Fenomena Blue Jets

Sumber: www.nsf.gov

10. Elves

ELVES (Emission of light and Very low frequency from lightning- induced Electro Magnetic Pulsation Sources) muncul dengan berwarna merah yang samar - terlalu redup untuk dilihat dengan mata telanjang. *ELVES* terjadi di wilayah terionisasi dari atmosfer atas. *ELVES* terjadi pada malam hari dan jangkauan waktu terjadinya sangat pendek. *ELVES* terbentuk ketika petir dari badai yang intens memberikan pulsa elektromagnetis ke ionosfer yang kuat yang menyebabkan elektron di ionosfer berbenturan dengan molekul- molekul, Hal ini menimbulkan cahaya.



Gambar 45. Fenomena Elves
Sumber: www.nssl.noaa.gov

Q.S. Al-Baqarah [2] ayat 55

وَإِذْ قُلْنَا يَا مُوسَى إِنَّهُ تُبَارِكُ لَكَ خَلْقُ رَبِّكَ فَاعْبُدْهُ وَاصْطَبِرْ
وَإِنَّكَ تَنْظُرُونَ

Artinya: Dan (ingatlah) ketika kamu berkata, “Wahai Musa! Kami tidak akan beriman kepadamu sebelum kami melihat Allah dengan jelas,” maka **halilintar** menyambarmu, sedang kamu menyaksikan.

Tujuh puluh orang yang dipilih oleh Musa ketika Musa memperdengarkan firman Allah kepada mereka, maka setelah itu mereka pun berkata kepadanya, "Kami tidak akan beriman kepadamu". Iman kepada para Nabi adalah suatu hal yang wajib setelah munculnya kemukjizatan kepada mereka. Allah kemudian menurunkan api (**halilintar**) dari langit yang kemudian membakar mereka. Musa kemudian berdoa kepada Tuhannya, sehingga Tuhannya pun menghidupkan mereka. Hal ini sebagaimana Allah Ta'ala berfirman, "Setelah itu Kami bangkitkan kamu sesudah kamu mati".

Beriman kepada Allah dan Nabi adalah wajib!

Jadilah orang yang teguh dalam memegang keimanan, karena tidak semua orang Allah beri hidayah untuk beriman kepada Dia dan Nabi-Nya. Mendengarkan perintah Allah melalui nabi termasuk akhlak yang baik dan mulia.

C. Alat Pengamat Petir

Pengamatan petir dilakukan pertama kali pada tahun 2008 menggunakan *Lightning Detector* bertipe LD-250 yang dianalisa menggunakan software LD-2000. Kemudian pada tahun 2019 software diperbaharui menggunakan *software Nexstorm*.



Gambar 46. Lightning Detector bertipe LD-250

Sumber: <https://stageof-tangerang.bmkg.go.id>



Gambar 47. lightning Detector

Sumber: <https://darsimanb.blogspot.com>

Pengamatan petir dengan LD bekerja dengan mendeteksi sinyal radio yang dihasilkan oleh petir. LD memiliki antenna (*storm tracker*) yang dapat mendeteksi petir dan mengkalkulasi kekuatan sinyal gelombang yang diterima sehingga menghasilkan informasi arah dan jarak petir. Sambaran petir akan menghasilkan gelombang

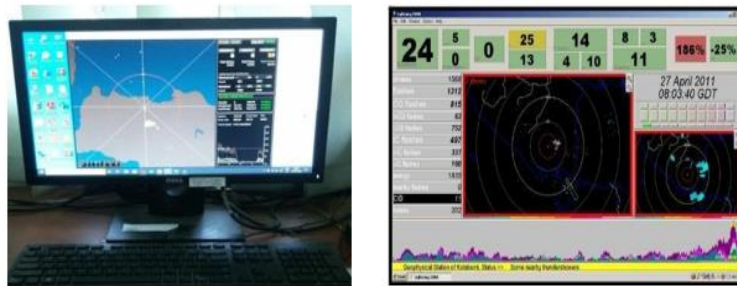
elektromagnetik yang kemudian ditangkap oleh sensor LD, berdasarkan frekuensi gelombang petir kemudian diterjemahkan oleh strom tracker di dalam modem pengolah data (*PCI Card*).

Ada beberapa jenis sistem LD yang diciptakan yang memiliki karakteristik dan kemampuan yang berbeda, salah satu sistem LD yang digunakan oleh BMKG adalah sistem LD Boltek, yaitu sistem pengamatan petir yang mencatat informasi petir secara *real time* menggunakan perangkat lunak yang bernama Lightning/2000. Sistem ini dapat mendeteksi petir

hingga jarak 300 mil atau sekitar 480 km. Gelombang petir yang terdeteksi kemudian diplot secara otomatis kedalam sistem, dimana semakin banyak petir yang terdeteksi maka penentuan posisi dan jarak sambaran petir akan semakin baik. Perangkat LD Boltek terdiri dari sensor, modem pengolah data (*PCI Card*), kabel konektor dan seperangkat komputer.

Cara kerja sistem LD yaitu menangkap frekuensi gelombang petir. Pada saat terjadi sambaran petir frekuensi gelombang dari petir yang berada di ionosfer ditangkap oleh sensor LD dan diubah kedalam bentuk digital, kemudian ditampilkan berdasarkan real time dan dari tampilan tersebut diubah (*convert*) ke dalam bentuk data base dengan format xls, xml, kml dan kmz. Output data yang dihasilkan berupa informasi tentang tanggal kejadian petir dan jenis petir, jumlah petir dalam 15 menit maupun 60 menit dan kordinat posisi petir.

Lightning Detector adalah peralatan yang digunakan untuk mendeteksi dan memonitoring petir yang bekerja *real time* selama 24 jam. Alat ini memiliki cara kerja yaitu dengan menangkap frekuensi dari arus petir, dimana pada saat petir menyambar maka frekuensi gelombang dari petir tersebut yang berada pada lapisan ionosphere di tangkap oleh sensor dan dirubah kedalam bentuk data digital. Data Petir biasa digunakan untuk membuat peta kerapatan sambaran petir.



Gambar 48. Frekuensi gelombang petir ditangkap oleh sensor & dirubah dalam bentuk digital
 Sumber: <https://stamet-kotim.bmkg.go.id>

Q.S. Ar-Ra'd [13] ayat 12

هُوَ الَّذِي يُرِيكُمُ الْغُرُوقَ خَوْفًا وَطَمَعًا وَمِمَّا رُبَّمَا نَسِيتُمْ آلِثَّقَالِ

Artinya: Dialah yang memperlihatkan **kilat** kepadamu, yang menimbulkan ketakutan dan harapan, dan Dia menjadikan mendung.

Pertama, Allah memperlihatkan terjadinya **kilat** sehingga muncul ada rasa ketakutan. Kedua, menjelaskan suatu harapan sebagaimana kebaikan dan keburukan. Ketakutan itu bisa dalam bentuk bahaya **petir**, hujan bagi mereka yang sedang bepergian, dan hujan yang turun di tempat dan waktu yang tidak tepat. Namun Allah juga menjadikan mendung, yakni mengumpulkan awan/mega di udara sehingga terjadi hujan.

Allah menciptakan ketakutan dan harapan sebagai satu kesatuan. Oleh karena itu setiap ketakutan yang besar pasti ada harapan yang besar pula dibalik setiap peristiwa dalam kehidupan.

Takut dan berharaplah hanya kepada Allah!

Taqwa itu terdiri dua sayap, yaitu takut dan harap. Takut kepada siksa dan ancaman Allah dan berharap ampunan dan rahmat Allah.

Manusia yang bertaqwa adalah ketika kamu merasa bahwa dirimu tidak lebih baik dari orang lain.

D. Manfaat Petir

Secara umum, petir memiliki beberapa manfaat bagi manusia, tumbuhan, dan lingkungan. Berikut adalah beberapa manfaatnya:

1. Bagi Manusia

a. Penghasil Listrik

Manfaat petir untuk listrik sudah mulai ditemukan titik terang oleh ilmuwan Brasil. Kerja awal ini dipelopori oleh Fernando Galembeck dan tim nya. Sekelompok peneliti yang dipimpin oleh Fernando Galembeck, di laboratorium mengatakan mereka menemukan proses dengan mensimulasikan reaksi uap air dengan partikel debu yang biasanya reaksi kimia yang terjadi di atmosfer bumi. Sekelompok ahli kimia dari Universitas Campinas di Brazil mengeluarkan pernyataan bahwa mereka telah mengadakan penelitian dan mengklaim bahwa mereka telah mengetahui bagaimana listrik terbentuk dan dilepaskan di atmosfer dengan hasil sambaran petir dengan tujuan penelitian untuk mengetahui manfaat sambaran petir untuk listrik.

Hasil dari penelitian ini yakni perangkat dapat dikembangkan untuk mengekstraksi dan melepas muatan listrik

dari atmosfer dan menggunakannya. Mereka menemukan silika yang menjadi lebih bermuatan negatif ketika tingkat uap air tinggi dan terkumpul di udara, dengan kata lain selama kelembaban tinggi. Mereka juga menemukan bahwa aluminium fosfat menjadi lebih bermuatan positif pada kelembaban tinggi. Ini adalah bukti bahwa air di atmosfer dapat mengumpulkan muatan listrik dan mentransfernya ke bahan lain.

Penemuan ini disebut *hygroelectricity* yang artinya listrik kelembaban. kata Galembeck dalam sebuah pernyataan. Jika penemuan itu benar terjadi maka akan bertentangan dengan teori umum yang telah lama ditemukan digunakan oleh para ilmuwan Kimia Murni dan Terapan, bahwa air adalah electroneutral atau netral bahwa air hanya menyalurkan saja dan tidak dapat menyimpan muatan listrik. Galembeck, yang merupakan anggota dari IUPAC, mengatakan kepada New Scientist bahwa ia tidak membantah prinsip electroneutrality dalam teori, tetapi dia percaya bahwa air telah berubah akibat ketidak seimbangan ion sehingga memungkinkan untuk menghasilkan muatan listrik.

Penemuan *hygroelectricity* merupakan sebuah penemuan dimana sebuah perangkat dapat dikembangkan untuk mampu memanfaatkan semua energi. Dengan cara kerja mirip dengan panel surya atau penangkal petir, sebuah panel ditempatkan di atas atap maka akan segera menangkap energi listrik yg ada di atmosfer yang kemudian bisa ditransfer untuk penggunaan energi pada sebuah bangunan. Selain menangkap listrik, alat tersebut juga bisa digunakan untuk mengalirkan muatan listrik daerah sekitar gedung, mencegah pembuangan atmosfer listrik selama terjadi badai petir.

b. Sumber energi

Petir mengandung energi listrik yang besar. Meskipun sulit untuk mengumpulkan energi langsung dari petir, petir dapat memicu pembangkit listrik tenaga angin atau hidroelektrik yang menghasilkan energi listrik yang dapat dimanfaatkan oleh manusia.

2. Bagi Tumbuhan

a. Penyuburan tanah

Saat petir menyambar tidak hanya terjadi pembentukan lapisan ozon saja, tapi banyak terjadi reaksi-reaksi kimia lain antara udara dengan air hujan yang sedang turun. Misalnya nitrogen dengan air sehingga saat air sampai di bumi menjadikan tanah lebih subur karena mendapat pasokan nitrogen lebih banyak berupa unsur Hara. Proses yang terjadi di alam raya ini ibarat sebuah pabrik pupuk urea yang menghasilkan pupuk urea berkadar Nitrogen tinggi.

Sebagaimana diketahui, bahwa para petani menggunakan pupuk urea untuk membantu proses penyuburan tanah. Sebagai tambahan informasi, Pupuk urea yang diproduksi oleh Pabrik Pupuk Sriwijaya (PUSRI) jenis pupuk tunggal berkadar Nitrogen 46%. Hal ini menunjukkan bahwa, Nitrogen merupakan unsur yang penting dalam proses menyuburkan tanah. Dan gas Nitrogen N_2 ini tersedia melimpah di udara dengan kandungan hingga 72% dari udara.

b. Pengendalian hama

Petir dapat membunuh atau mengusir serangga dan hama yang berpotensi merusak tanaman. Petir juga dapat membantu membersihkan tanaman dari penyakit dan patogen tertentu.

3. Bagi Lingkungan

a. Memproduksi Ozon (O_3)

Lapisan ozon adalah sekumpulan udara di atmosfer yang melindungi bumi dari radiasi sinar matahari yang berbahaya bagi kehidupan di bumi seperti sinar ultraviolet (UV) sehingga sinar UV yang sampai di bumi dalam jumlah yang tidak berbahaya. Hubungannya petir dengan lapisan ozon adalah bahwa lapisan ozon berperan membentuk lapisan ozon. Lapisan ozon merupakan senyawa O_3 . Petir berperan memicu terjadinya reaksi kimia dari O_2 atau oksigen menjadi O_3 . Sederhanya tiga senyawa O_2 akan pecah menjadi enam senyawa O dan akhirnya

terbentu 2 senyawa O3. Proses tersebut tidak akan terjadi tanpa bantuan dari petir.

b. Membunuh Kuman dan Bakteri

Jumlah kuman dan bakteri yang beterbangan bersama udara diperkirakan sampai dengan jutaan. Apalagi jika berdekatan dengan tempat-tempat sumber penyakit seperti sampah, rumah sakit, pabrik dan lain-lain. Pada kondisi akan turun hujan, dimana awan melingkupi permukaan bumi, maka di permukaan akan terasa panas. Kondisi ini cenderung menjadi semakin lembab, dengan meningkatnya kandungan uap air di udara.

Kondisi seperti ini sangat potensial untuk tumbuh berkembangnya bakteri-bakteri juga kuman-kuman yang beterbangan di udara. Maka ketika terjadi Kilat dan sambaran petir di udara, akan membunuh kuman-kuman dan bakteri ini. Hal ini karena kilat dan sambaran petir merupakan aliran muatan listrik. Pada saat muatan listrik ini mengalir melesat di udara akan memanaskan udara disekitarnya.

Oleh karena itu, saat terjadi hujan disertai dengan kilat dan petir yang menggelegar, juga sedang terjadi proses pembersihan udara dari kandungan kuman dan bakteri yang melayang, disebabkan oleh plasma petir yang sangat tinggi. Setelah hujan reda, petir sudah selesai, maka udara akan terasa nyaman.

c. Siklus Air

Petir memainkan peran penting dalam siklus air di alam. Petir menyebabkan penguapan yang kemudian membentuk awan dan hujan. Hujan yang dihasilkan oleh petir mengisi sumber daya air seperti sungai, danau, dan akifer, yang penting bagi kehidupan dan ekosistem.

d. Pembakar Alami

Petir seringkali menjadi penyebab utama kebakaran alami. Kebakaran ini dapat membantu menghilangkan tanaman

mati, memperbarui lahan, dan memberikan peluang bagi pertumbuhan tanaman baru.

Meskipun petir memiliki manfaat tersebut, penting untuk diingat bahwa petir juga dapat berpotensi membahayakan manusia, tumbuhan, dan lingkungan. Dalam situasi yang tepat, manfaatnya dapat dinikmati, tetapi perlu diwaspadai dan dilakukan tindakan pencegahan saat terjadi petir untuk mengurangi risiko cedera atau kerusakan yang mungkin ditimbulkan.

E. Bahaya Petir

Petir merupakan fenomena alam yang dapat membawa berbagai bahaya. Berikut adalah beberapa bahaya yang terkait dengan petir:

1. Cedera dan Kematian

Salah satu bahaya paling serius dari petir adalah risiko cedera dan kematian bagi manusia. Sambaran petir dapat menyebabkan luka bakar, gangguan saraf, kerusakan organ internal, dan bahkan kematian. Setiap tahun, banyak kasus cedera serius dan kematian dilaporkan akibat sambaran petir.

2. Kebakaran

Petir seringkali menjadi penyebab kebakaran. Ketika sambaran petir mengenai objek yang mudah terbakar seperti pepohonan, rumah, atau bangunan lainnya, dapat terjadi kebakaran yang dapat merusak properti, mengancam nyawa, dan menyebabkan kerugian materi yang signifikan.

3. Kerusakan Peralatan Listrik

Sambaran petir yang terjadi di dekat jaringan listrik dapat menyebabkan lonjakan listrik yang merusak peralatan elektronik dan sistem listrik. Komputer, televisi, telepon, dan perangkat elektronik lainnya dapat rusak atau bahkan hancur akibat sambaran petir.

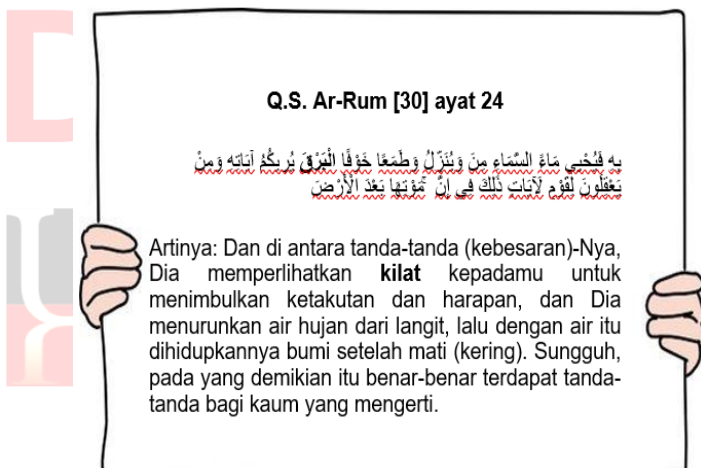
4. Gangguan Jaringan Komunikasi

Petir juga dapat mengganggu jaringan komunikasi seperti telepon, internet, dan siaran radio atau televisi. Sambaran petir dapat mengganggu sinyal dan merusak peralatan yang digunakan untuk komunikasi.

5. Gangguan Transportasi

Selama badai petir, gangguan pada sistem transportasi bisa terjadi. Bandara dapat mengalami penundaan atau pembatalan penerbangan karena adanya petir. Petir juga dapat menyebabkan kereta api berhenti sementara dan gangguan pada sistem kendaraan listrik seperti kereta rel listrik.

Penting untuk mengambil langkah-langkah pencegahan saat terjadi petir, seperti mencari tempat yang aman di dalam ruangan atau di kendaraan yang tertutup, menghindari tempat-tempat terbuka atau terkena tiang tinggi saat terjadi petir, dan tidak menggunakan peralatan listrik selama badai petir. Dalam situasi yang berpotensi berbahaya, mengikuti saran dan petunjuk dari otoritas setempat sangat penting untuk keselamatan.



Makna ayat ini adalah untuk menerangkan tanda kekuasaan Allah, Maksudnya takut pada **petir** dan harapan pada hujan. Karena petir dan hujan seringkali beriringan. Diantara kekuasaanya berupa gumpalan awan yang mengandung air hujan kemudian air tadi turun untuk menghidupkan bumi yang gersang. Ayat ini diharapkan dapat memberikan pelajaran kepada manusia untuk mengembangkan dirinya untuk senantiasa menggunakan akalnya dalam berfikir dan merenungkan berbagai kejadian fenomena alam berupa **petir** dan **kilat**.

Ayat di atas berbicara tentang turunnya hujan dan **kilat** yang menimbulkan harapan dan kecemasan. Lalu rasa takut dan cemas serta harapan itu, dapat mengantar seseorang berhati-hati. sehingga tidak terjerumus didalam pelanggaran, kedurhakaan, dan kesalahan.

Berfikir sebelum bertindak!

Hati-hati dalam melakukan sesuatu adalah kunci keselamatan. Sebagai manusia yang diberi akal untuk berfikir sebelum melakukan sesuatu apakah hal tersebut baik atau buruk untuk dilakukan. Oleh karena itu, tanda-tanda kekuasaan Allah seperti **kilat** adalah pengingat bagi kita bahwa azab Allah sangat pedih dan kita terhindar dari akhlak yang buruk.



Cek Kemampuan Literasi Sains Kamu

PETUNJUK:

Bacalah teks dibawah ini dengan cermat dan teliti!
Jawablah soal yang tersedia pada buku tulismu!

Kasus 2: Studi Spasiotemporal Sambaran Petir *Cloud to Ground* (CG) di Kabupaten Gowa Tahun 2017-2019

Indonesia merupakan negara tropis yang mempunyai curah hujan tinggi disertai sambaran petir di setiap tahunnya dikarenakan Indonesia merupakan daerah konvektif aktif sehingga memicu pembentukan awan cumulonimbus yang terbentuk sebagai akibat dari ketidak stabilan atmosfer dan menjadi cikal bakal terjadinya petir. Kondisi ini mempengaruhi intensitas hari guruh (*thunderstorm days*) di Indonesia. Tingkat hari guruh di Indonesia dapat mencapai lebih dari 200 hari guruh pertahun, sedangkan negara lain seperti Brasil mencapai 140 hari, Amerika Serikat dengan 100 hari, dan Afrika Selatan hanya 60 hari. Frekuensi hari guruh di Indonesia sangat tinggi menyebabkan intensitas kejadian petir sangat tinggi sehingga seluruh daerah di Indonesia berpotensi terhadap bahaya sambaran petir khususnya petir jenis CG. Salah satu daerah di Indonesia yang berpotensi terhadap bahaya sambaran petir khususnya petir jenis CG yaitu Kabupaten Gowa.

Kabupaten Gowa merupakan salah satu wilayah yang rawan terhadap sambaran petir. Dari hasil pemantauan Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG), Kabupaten Gowa berada di daerah terbuka sehingga rawan terhadap sambaran petir, selain itu gerakan awan dan pertumbuhan awan di selatan Makassar serta karakteristik topografi yang terdapat daerah tinggi menjadikan proses pertemuan dan pematangan awan mudah terjadi. Karakteristik topografi tersebut merupakan salah satu faktor yang dapat memaksa pengangkatan uap air yang cukup banyak dari laut, meningkatkan massa udara hangat secara

orografis, dan dapat memicu pembentukan awan konvektif terutama awan cumulonimbus yang merupakan cikal bakal terjadinya petir. Selain faktor tersebut, sambaran petir di Kabupaten Gowa juga dipengaruhi oleh faktor-faktor yang ada dipermukaan bumi diantaranya yaitu, penggunaan lahan serta struktur pemicu petir seperti gedung tinggi, menara transmisi tegangan tinggi, dan menara telekomunikasi Base Transceiver Station (BTS).

Kabupaten Gowa mempunyai tingkat sambaran petir yang dapat dikatakan tinggi, dari hasil penelitian sebelumnya oleh Priadi dan Hududillah (2018) Kabupaten Gowa memiliki kepadatan petir 26.797 sambaran/kilometer². Sambaran petir CG ini menjadi rentan karena berkaitan dengan jumlah kepadatan penduduk, menurut Feng dan Xiu (2015) semakin padat penduduk maka semakin rentan terkena sambaran petir. Berdasarkan data sensus penduduk 2017, 2018, dan 2019 yang dilakukan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) jumlah penduduk Kabupaten Gowa mengalami peningkatan dari 748.200, 760.607, hingga 772.684. Jika dibandingkan dengan jumlah penduduk pada Tahun 2018 dengan 2019 pertumbuhan penduduk di Kabupaten Gowa mengalami peningkatan sebesar 1,59%.

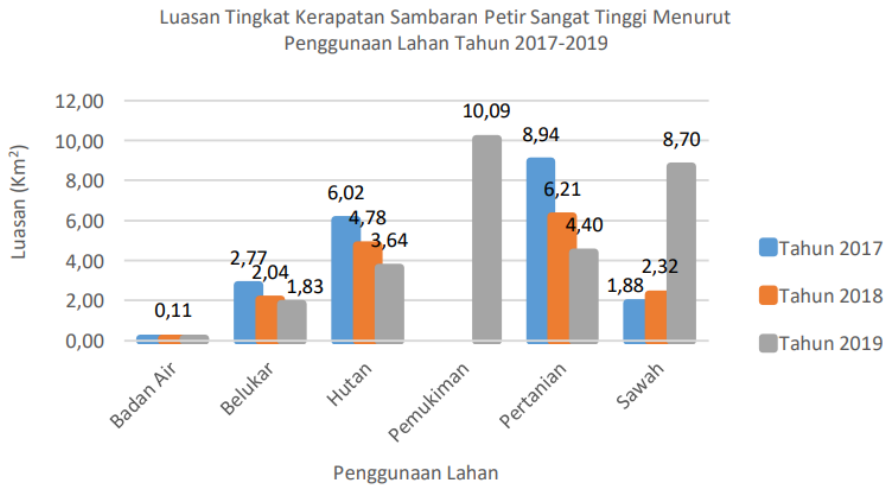
Sekecil apapun intensitas kejadian petir di suatu wilayah, tetap dapat mengancam kehidupan manusia karena seluruh aktivitas manusia terjadi di permukaan bumi, sehingga sambaran petir CG sangat berbahaya dan dapat menjadi ancaman bagi masyarakat. Petir dapat menyambar objek-objek tinggi serta permukaan lapang, seperti pepohonan tinggi, tower BTS, bangunan tinggi, sawah, dan tanah lapang. Akibatnya sambaran petir dapat menyebabkan dampak negatif seperti kerusakan pada bangunan dan perangkat elektronik, pohon tumbang, bahkan mengancam keselamatan jiwa. Oleh karena itu sambaran petir CG perlu diwaspadai dengan menyebarkan informasi ke semua lapisan masyarakat.

Di Kabupaten Gowa informasi mengenai kejadian sambaran petir cukup terbatas. Sementara itu sambaran petir telah menimbulkan dampak secara langsung kepada masyarakat. Melansir dari laman Kompas.com (15/01/2019) empat pelatih tentara tersambar petir di Desa Pakatto, Kecamatan Bontomaranu, tiga orang mengalami kritis dan satu

orang tewas. Sebuah rumahpun menjadi sasaran ganasnya sambaran petir, dikutip dari laman Metrotvnew.com (11/01/2020) sebuah rumah di Kampung Dato Panggentungan, Kelurahan Tamarunang, Kecamatan Somba Opu terkena ledakan yang berasal dari sambaran petir akibatnya satu keluarga meninggal dunia. Hal ini merupakan salah satu bukti bahwa sambaran petir sangat berbahaya dan perlu diwaspadai karena dapat merugikan bahkan mengancam keselamatan jiwa di Kabupaten Gowa.

Karakteristik wilayah Kabupaten Gowa yang berpotensi terjadinya pembentukan awan cumulonimbus sehingga memiliki potensi mengalami kejadian sambaran petir lebih tinggi serta dapat menimbulkan dampak yang merugikan bagi masyarakat. Oleh karena itu, upaya mengurangi dampak sambaran petir sangat diperlukan, sehingga informasi yang berhubungan dengan petir menjadi sangat perlu. Informasi tersebut bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan dan kesadaran masyarakat mengenai kejadian petir serta sebagai upaya mitigasi untuk mengurangi dampak yang ditimbulkan sambaran petir.

Studi ini mengkaji petir jenis CG dengan mengambil kasus pada Tahun 2017-2019 untuk mengetahui densitas/kerapatan kejadian sambaran petir CG yang telah terjadi di Kabupaten Gowa. Kejadian sambaran petir CG dianalisis secara spasiotemporal yang dibantu dengan menggunakan Sistem Informasi Geografi (SIG). Analisis spasiotemporal digunakan untuk memetakan, membandingkan dan menjelaskan kecenderungan fenomena kejadian petir CG dengan fenomena-fenomena lain yang ada di permukaan bumi pada periode yang sama berdasarkan aspek penggunaan lahan. Berdasarkan integrasi kedua aspek tersebut maka dapat diketahui distribusi kejadian sambaran petir CG untuk mengetahui densitas/kerapatan sambaran petir CG, daerah dan waktu yang memiliki aktivitas sambaran petir CG sangat tinggi sebagai rekomendasi upaya mitigasi kepada masyarakat agar dapat meminimalisir kerugian yang akan terjadi akibat sambaran petir CG.



Gambar 49. Diagram Luas Kerapatan Sambaran Petir Menurut Jenis Penggunaan Lahan Tahun 2017-2019
Sumber: ojs.unm.ac.id/JES

Kerapatan sambaran petir sangat tinggi di Tahun 2017 dan 2018 terjadi pada jenis penggunaan lahan pertanian. Sedangkan pada Tahun 2019 kerapatan sambaran petir sangat tinggi terjadi pada lahan pemukiman. Pada hasil studi ini, peneliti tidak menemukan teori yang mendukung mengenai aktivitas sambaran petir yang meningkat pada lahan pertanian. Sedangkan pada penggunaan lahan permukiman terjadi peningkatan sambaran petir dikarenakan daerah permukiman, baik di kota-kota besar atau di kota kecil berpotensi untuk terkena sambaran petir lebih banyak karena keberadaan bangunan-bangunan yang tinggi dan terdapat objek-objek seperti tower BTS yang merupakan struktur pemicu. Beberapa studi juga telah menganalisis hubungan antara tipe LULC dan frekuensi sambaran petir CG bahwa di area perkotaan, pertambangan dan industri lebih sering terjadi sambaran petir. Sehubungan dengan penggunaan lahan alami, area hutan dan semak belukar merupakan daerah dengan kategori petir CG terlihat meningkat karena memiliki kelembaban yang tinggi.

Sumber: Dikutip dari Jurnal Environmental Science
(Firdaus et al., 2021)

SOAL FISIKA: GELOMBANG BUNYI & GELOMBANG CAHAYA

1. Tipe petir CG adalah tipe petir yang paling berbahaya untuk manusia, karena sambaran petir ini mencapai permukaan bumi/ground. Petir CG terjadi karena interaksi tarik menarik antara muatan negatif di awan dan muatan positif di ground. Petir CG terjadi karena beberapa tahap. Sebutkan dan jelaskan masing-masing tahapan petir CG!
2. Sebuah petir terdengar 4 sekon setelah kilat terlihat di langit. Berapakah jarak petir tersebut dari kita jika kecepatan bunyi di udara 330 m/s?
3. Bila taraf intensitas percakapan adalah 60 dB dan bunyi halilintar 100 dB, maka besar kelipatan intensitas suara halilintar terhadap suara percakapan n kali, berapakah nilai n tersebut?

Cek Kemampuan Literasi Lingkungan Kamu

PETUNJUK:

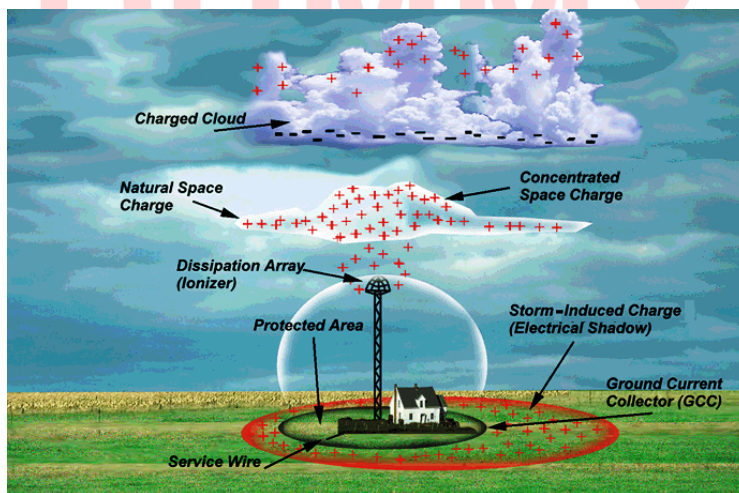
Seberapa setujukah kamu dengan pernyataan berikut ini?
Beri centang di salah satu kotak setiap pernyataan.

No	Pernyataan	Sangat Setuju	Setuju	Tidak Setuju	Sangat Tidak Setuju
1	Saya memilih menghindari penggunaan telepon kabel, komputer, dan alat elektronik saat petir terjadi				
2	Saya menjauhi pohon tinggi selama petir terjadi, karena petir bisa menimbulkan kebakaran dan kerusakan pohon				

BAB 4

PENANGKAL PETIR

Penangkal petir, juga dikenal sebagai sistem perlindungan petir atau pemasangan petir, adalah sistem yang dirancang untuk melindungi bangunan dan struktur dari dampak kerusakan yang disebabkan oleh sambaran petir.



Gambar 50. Penangkal petir di lapangan

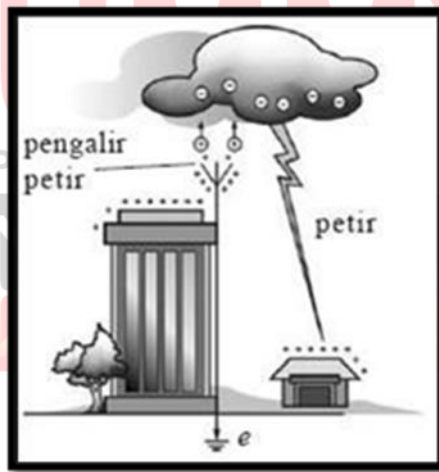
Sumber: suryatehnicpetir.blogspot.com

A. Cara Kerja Penangkal Petir

Penangkal petir yang sering terlihat pada gedung bertingkat dan memiliki 3 komponen utama. Komponen yang pertama yaitu batang pengalir petir yang terbuat dari tembaga atau aluminium. Batang ini diletakkan di atap-atap gedung bertingkat. Komponen kedua merupakan batang pbumian yaitu sebuah batang yang ditancapkan ke tanah yang biasanya terbuat dari tembaga. Komponen yang ketiga, yaitu kabel yang menghubungkan batang dengan tempat pbumian.

Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, bagian bawah awan Cumulonimbus mengandung muatan negatif. Sedangkan bumi bermuatan netral. Muatan negatif yang besar di atas awan

mengiduksi bumi, sehingga permukaan bumi bermuatan positif. Loncatan elektron dari awan pengalir petir akan diteruskan melalui kabel konduktor dan menuju tanah. Batang penangkal petir akan bermuatan positif. Muatan listrik positif kemudian akan tertarik ke dalam awan, sehingga sebagian menetralkan awan di wilayah yang dipasangkan penangkal petir dan mengurangi kemungkinan sambaran.



Gambar 51. Ilustrasi prinsip kerja penangkal petir

Sumber: evarestia.blogspot.com

Berikut adalah penjelasan umum tentang cara kerja penangkal petir:

1. Pembumian atau Grounding

Salah satu komponen penting dari sistem penangkal petir adalah pembumian yang efektif. Pembumian melibatkan pemasangan elektroda pembumian yang terhubung ke sistem penangkal petir dan tertanam di dalam tanah. Elektroda ini berfungsi untuk menyediakan jalur yang aman untuk aliran listrik petir menuju tanah. Ketika sambaran petir terjadi, energi listrik dialirkan melalui sistem penangkal petir dan diberikan jalan yang aman untuk kembali ke tanah, menghindari kerusakan pada struktur yang dilindungi.

2. Pemisahan Muatan

Penangkal petir juga bekerja dengan prinsip pemisahan muatan listrik pada struktur yang dilindungi. Penangkal petir biasanya terdiri dari konduktor seperti kabel tembaga yang terhubung dengan sistem penangkal petir di atap bangunan. Konduktor ini menciptakan jalur yang mudah untuk pemisahan muatan dalam awan petir dan mengalirkan muatan tersebut secara aman melalui sistem penangkal petir ke tanah.

3. Perlindungan melalui pemutusan sambaran

Penangkal petir juga dilengkapi dengan perangkat perlindungan seperti penyearah atau arrester. Perangkat ini berfungsi untuk mendeteksi dan memutus arus sambaran petir yang berlebihan yang dapat merusak sistem penangkal petir atau struktur yang dilindungi. Pemutusan sambaran ini membantu mencegah kerusakan lebih lanjut dan melindungi peralatan atau sistem internal dari dampak sambaran petir.

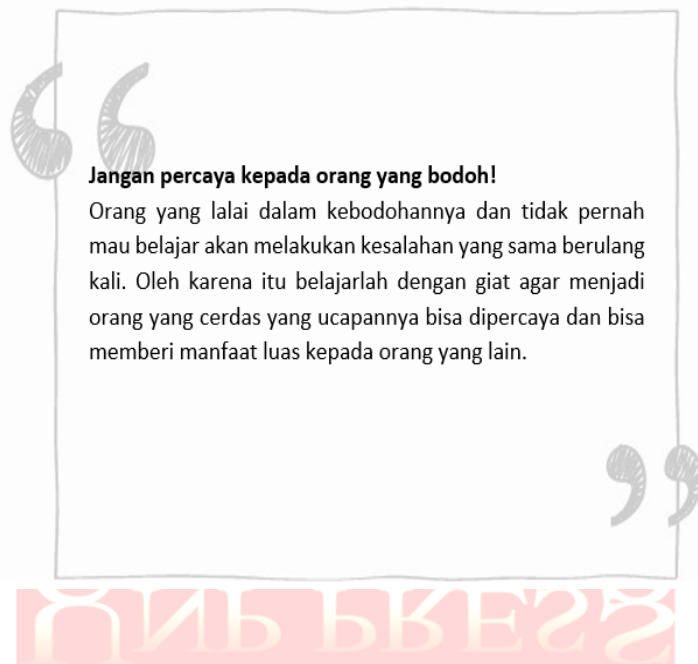
Pemasangan penangkal petir harus dilakukan oleh profesional yang berpengalaman dan mengikuti standar dan peraturan yang berlaku. Sistem penangkal petir yang baik dan terkonfigurasi dengan benar dapat membantu melindungi bangunan, peralatan, dan manusia dari bahaya sambaran petir. Penting untuk memastikan bahwa penangkal petir diinspeksi secara berkala dan dipelihara dengan baik untuk memastikan kinerja yang optimal.

Q.S. An-Nisa" [4] ayat 153

يَسْأَلُكَ أَهْلُ الْكِتَابِ أَنْ تُنْزِلَ عَلَيْهِمْ كِتَابًا مِنَ السَّمَاءِ فَقَدْ سَأَلُوا مُوسَى أَكْبَرَ
مِنْ ذَلِكَ فَقَالُوا إِنْ رَأَى اللَّهُ خَيْرًا فَاخْذُذْهُمْ الصَّاعِقَةَ يَطْلِمُهَا ثُمَّ اتَّخَذُوا الْعِجْلَ مِنْ
بَعْدِ مَا جَاءَتْهُمْ الْبَيِّنَاتُ فَعَفَوْنَا عَنْ ذَلِكَ وَأَتَيْنَا مُوسَى سُلْطَانًا مُبِينًا

Artinya: Ahli Kitab meminta kepadamu (Muhammad) agar kamu menurunkan kepada mereka sebuah kitab dari langit. Maka sesungguhnya mereka telah meminta kepada Musa yang lebih besar dari itu. Mereka berkata: "Perlihatkanlah Allah kepada kami dengan nyata". Maka mereka disambar **petir** karena kezalimannya, dan mereka menyembah anak sapi, sesudah datang kepada mereka bukti-bukti yang nyata, namun demikian Kami maafkan mereka, dan telah Kami berikan kepada Musa kekuasaan yang nyata.

Ayat ini menjelaskan kedustaan orang Yahudi ketika diperlihatkan **petir** dan sungguh mereka menyesal. Hal ini dijelaskan di dalam surat Al-Baqarah, tetapi pada bab ini menjelaskan kedustaan kaum Yahudi kepada Nabi Muhammad saw sebagaimana yang diriwayatkan Ka'ab bin Asyraf dan Fanhas bin Azuwara' dari orang Yahudi. Mereka bertanya kepada Rasulullah saw, "apakah engkau seorang nabi yang diberikan sebuah kitab dari langit? Sebagaimana Nabi Musa yang diberikan kitab Taurat?", Maka Allah berfirman "Janganlah engkau percaya terhadap iman mereka Ya Muhammad, sesungguhnya mereka termasuk orang-orang yang lalai karena kebodohan mereka", dan Allah membalas mereka ketika datang sebuah adzab dari langit. Mereka bertemu kepada Musa tetapi tetap tidak mengimani. Maka mereka disambar **petir** seperti api dari langit yang menghancurkan mereka.



B. Langkah Kerja Penangkal Petir

Penangkal petir bekerja dengan prinsip dasar mengalihkan dan membumikan muatan listrik dari sambaran petir, serta melindungi struktur dari kerusakan yang mungkin terjadi. Kemampuan penangkal petir biasanya diukur dalam istilah daya tahan atau kemampuan konduktif alat tersebut terhadap petir. Dua parameter yang sering digunakan untuk menggambarkan kemampuan sebuah penangkal petir adalah arus penangkalan (Q) dan tegangan penangkalan (V).

Arus penangkalan (Q) adalah ukuran kapasitas sistem penangkal petir untuk menyalurkan arus petir yang besar ke tanah dengan aman. Nilai Q yang lebih tinggi menunjukkan bahwa sistem penangkal mampu menyalurkan arus petir yang lebih besar dengan efektif, mengurangi risiko kerusakan yang disebabkan oleh petir. Sedangkan Tegangan penangkalan (V) adalah tegangan maksimum yang dapat diatasi oleh sistem penangkal petir tanpa mengalami kerusakan atau kegagalan. Ini menunjukkan kemampuan penangkal petir untuk menahan tegangan yang tinggi akibat petir.

Kemampuan Q dan V dari penangkal petir bisa bervariasi tergantung pada desain, material, dan kualitas instalasi. Perangkat penangkal petir yang baik didesain untuk menangani arus besar dan tegangan tinggi yang terkait dengan petir, memastikan bahwa arus petir disalurkan dengan aman ke tanah tanpa merusak bangunan atau sistem elektronik yang dilindunginya. Nilai Q biasanya dalam satuan kA (kiloampere) atau MA (megaampere), menunjukkan kemampuan penangkal petir untuk menangani arus petir dengan ukuran yang besar. Sementara itu, nilai V biasanya dalam satuan kV (kilovolt), menunjukkan kemampuan penangkal petir untuk menahan tegangan tinggi yang dihasilkan oleh petir. Berikut adalah langkah-langkah umum tentang cara kerja penangkal petir:

1. Konduktor penangkal petir

Penangkal petir umumnya terdiri dari konduktor yang dipasang secara vertikal dan horizontal di sekitar bangunan. Konduktor ini biasanya terbuat dari bahan yang sangat konduktif seperti tembaga atau aluminium. Konduktor ini berfungsi sebagai jalur untuk mengalirkan arus listrik petir dengan aman menuju tanah.

2. Konduktor penyalur

Bagian atas konduktor penangkal petir biasanya dilengkapi dengan ujung penyalur yang tajam. Penyalur ini dirancang untuk menarik sambaran petir yang menuju ke permukaan tajam tersebut, mengalihkan arus listrik menuju konduktor penangkal petir dan menjauhkannya dari struktur yang dilindungi.

3. Sistem grounding (pembumian)

Sistem grounding yang baik sangat penting dalam penangkal petir. Ini melibatkan pemasangan elektroda pembumian yang tertanam di dalam tanah dan terhubung dengan konduktor penangkal petir. Elektroda pembumian berfungsi untuk memastikan arus listrik dari sambaran petir dapat dialirkan dengan aman ke tanah tanpa merusak bangunan. Pembumian yang baik memastikan bahwa muatan listrik bisa disebar secara merata ke dalam tanah.

4. Perangkat perlindungan

Penangkal petir juga dilengkapi dengan perangkat perlindungan seperti penyearah atau arrester. Perangkat ini berfungsi untuk mendeteksi lonjakan arus petir yang berlebihan dan memutuskan arus tersebut dari masuk ke dalam sistem listrik bangunan atau peralatan sensitif lainnya. Dengan pemutusan arus tersebut, kerusakan akibat sambaran petir pada sistem internal dapat dicegah.

5. Perangkat perlindungan

Penangkal petir juga dilengkapi dengan perangkat perlindungan seperti penyearah atau arrester. Perangkat ini berfungsi untuk mendeteksi lonjakan arus petir yang berlebihan dan memutuskan arus tersebut dari masuk ke dalam sistem listrik bangunan atau peralatan sensitif lainnya. Dengan pemutusan arus tersebut, kerusakan akibat sambaran petir pada sistem internal dapat dicegah.

6. Pemeliharaan dan inspeksi rutin

Penting untuk melakukan pemeliharaan dan inspeksi rutin pada sistem penangkal petir. Ini melibatkan pemeriksaan visual, pengukuran resistansi grounding, dan perbaikan jika ditemukan kerusakan atau kegagalan komponen.

C. Fungsi Penangkal Petir

Fungsi penangkal petir adalah melindungi bangunan, struktur, dan penghuninya dari bahaya dan kerusakan yang disebabkan oleh sambaran petir. Berikut adalah beberapa fungsi utama penangkal petir:

1. Melindungi keselamatan manusia

Penangkal petir didesain untuk menarik petir dan mengarahkannya ke jalur yang aman menuju tanah. Hal ini membantu mengurangi kemungkinan petir menyambar area yang rentan, seperti bangunan atau area terbuka di mana orang berada.

Dengan mengalihkan arus petir jauh dari area yang sering ditempati manusia, penangkal petir dapat mengurangi risiko terkena langsung oleh petir. Ini dapat menghindari cedera serius atau bahkan kematian yang dapat disebabkan oleh dampak langsung petir pada manusia.

2. Melindungi bangunan dan struktur

Penangkal petir dirancang untuk melindungi bangunan dari kerusakan yang disebabkan oleh sambaran petir. Dengan menarik sambaran petir ke konduktor penyalur dan mengarahkannya ke sistem pembumian, penangkal petir membantu mengurangi risiko kerusakan pada atap, dinding, dan struktur bangunan akibat panas dan tekanan yang dihasilkan oleh sambaran petir, sehingga penangkal petir membantu mencegah arus listrik masuk ke dalam bangunan dan mengancam keselamatan penghuninya. Oleh karena itu, penangkal petir tidak hanya melindungi manusia tetapi juga memiliki peran penting dalam melindungi integritas bangunan dan struktur dari bahaya petir yang dapat menyebabkan kerusakan serius. Instalasi penangkal petir yang tepat dan pemeliharaan yang baik sangat penting untuk memastikan perlindungan yang efektif terhadap bangunan dan struktur.

3. Melindungi sistem listrik dan peralatan

Sambaran petir dapat menyebabkan lonjakan listrik yang merusak sistem listrik bangunan dan peralatan elektronik yang sensitif. Dengan menggunakan perangkat perlindungan seperti penyearah atau arrester, penangkal petir membantu memutuskan arus listrik yang berlebihan dari sambaran petir, melindungi sistem listrik dan peralatan dari kerusakan atau kegagalan. Penangkal petir juga membantu mengalihkan energi petir jauh dari peralatan, sehingga mengurangi risiko lonjakan listrik yang bisa merusak komponen listrik.

Arus petir yang masuk ke dalam jaringan listrik atau peralatan elektronik dapat menyebabkan kerusakan pada komponen seperti sirkuit, papan sirkuit cetak, atau komponen

sensitif lainnya. Penangkal petir membantu mengurangi risiko kerusakan ini dengan menyalurkan arus petir menjauh dari jaringan listrik dan peralatan. Dengan mencegah kerusakan pada sistem listrik, penangkal petir membantu menjaga kelancaran dan ketersediaan listrik. Ini penting terutama di lingkungan di mana listrik sangat dibutuhkan, seperti rumah sakit, pusat data, atau industri yang bergantung pada sistem listrik yang andal. Kerusakan yang disebabkan oleh petir dapat memerlukan biaya besar untuk perbaikan atau penggantian peralatan. Dengan melindungi peralatan dari kerusakan tersebut, penangkal petir membantu mengurangi biaya pemeliharaan yang diperlukan.

4. Mengurangi risiko kebakaran

Petir adalah penyebab umum kebakaran. Penangkal petir membantu mengalihkan arus listrik petir dengan aman ke tanah melalui sistem pbumian, sehingga dengan cara energi dari petir disalurkan ke tanah, menjauhkannya dari bangunan atau struktur yang dapat menjadi sumber kebakaran potensial. Petir dapat menyebabkan kebakaran jika menyambar pada bahan-bahan yang mudah terbakar seperti kayu, bahan bangunan yang mudah terbakar, atau material yang mudah terbakar lainnya. Dengan menyalurkan arus petir secara aman, penangkal petir membantu mencegah terjadinya kebakaran akibat petir tersebut. Arus petir yang menimbulkan panas tinggi dapat mengakibatkan material mudah terbakar menjadi menyala. Dengan mengalihkan arus petir dari bangunan atau struktur, penangkal petir membantu melindungi material-material ini dari kemungkinan terbakar akibat petir.

5. Menjaga kontinuitas operasional

Petir dapat menyebabkan lonjakan arus yang merusak pada sistem listrik. Dengan menyalurkan arus petir ke tanah, penangkal petir membantu melindungi sistem listrik dari kerusakan yang dapat mengganggu pasokan listrik yang stabil. Lonjakan listrik akibat petir dapat merusak peralatan elektronik di dalam bangunan atau fasilitas. Penangkal petir membantu mengurangi risiko kerusakan pada peralatan elektronik yang

penting bagi kelangsungan operasional suatu bisnis atau fasilitas. Fasilitas telekomunikasi seperti stasiun radio, pemancar, atau pusat data rentan terhadap kerusakan akibat petir. Penangkal petir membantu menjaga kontinuitas operasional infrastruktur telekomunikasi dengan mengurangi risiko kerusakan pada peralatan yang digunakan dalam penyediaan layanan komunikasi.

Gangguan yang disebabkan oleh kerusakan akibat petir dapat menyebabkan downtime atau waktu tidak aktifnya operasi bisnis. Dengan melindungi peralatan dan sistem dari kerusakan, penangkal petir membantu mencegah gangguan operasional yang dapat menyebabkan kerugian finansial. Kerusakan yang disebabkan oleh petir dapat memperpendek umur peralatan. Penangkal petir membantu menjaga peralatan dari kerusakan, memungkinkan peralatan untuk bertahan lebih lama dan mengurangi kebutuhan akan penggantian yang sering. Dengan demikian, penangkal petir memainkan peran penting dalam menjaga kontinuitas operasional dengan melindungi sistem listrik, peralatan elektronik, dan infrastruktur penting dari risiko kerusakan yang bisa disebabkan oleh petir. Ini membantu dalam menjaga kelangsungan bisnis, layanan, dan infrastruktur kritis dalam berbagai bidang.

6. Perangkat perlindungan

Penangkal petir juga dilengkapi dengan perangkat perlindungan seperti penyearah atau arrester. Perangkat ini berfungsi untuk mendeteksi lonjakan arus petir yang berlebihan dan memutuskan arus tersebut dari masuk ke dalam sistem listrik bangunan atau peralatan sensitif lainnya. Dengan pemutusan arus tersebut, kerusakan akibat sambaran petir pada sistem internal dapat dicegah.

7. Pemeliharaan dan inspeksi rutin

Penting untuk melakukan pemeliharaan dan inspeksi rutin pada sistem penangkal petir. Ini melibatkan pemeriksaan visual,

pengukuran resistansi grounding, dan perbaikan jika ditemukan kerusakan atau kegagalan komponen.

Q.S. Fussilat [41] ayat 13

فَإِنْ أَعْرَضُوا فَقُلْ أَنْذَرْتُكُمْ صَاعِقَةً مِثْلَ صَاعِقَةِ عَادٍ وَثَمُودَ

Artinya: Jika mereka berpaling maka katakanlah, "Aku telah memperingatkan kamu akan (bencana) **petir** seperti **petir** yang menimpa kaum 'ad dan kaum tsamud.

Q.S. Fussilat [41] ayat 17

وَأَمَّا ثَمُودُ فَهَدَيْنَاهُمْ فَاسْتَحَبُّوا الْعَمَىٰ عَلَى الْهُدَىٰ فَأَخَذْنَاهُم صَاعِقَةً الْعَذَابِ الْهُونِ بِمَا كَانُوا يَكْسِبُونَ

Artinya: Adapun kaum tsamud, mereka telah kami beri petunjuk tetapi mereka lebih menyukai kebutaan (kesesatan) daripada petunjuk itu, maka mereka disambar **petir** sebagai azab yang menghancurkan disebabkan apa yang telah mereka kerjakan.

Jika seseorang berpaling dari keimanannya maka Allah mengingatkan kepada kalian semua dengan petir, yakni adzab yang sangat dahsyat, dan petir itu sendiri adalah kilat yang disertai percikan api seperti petir yang pernah membinasakan kaum 'Ad dan Tsamud. Ketika datang kepada mereka beberapa utusan baik lewat depan dan belakang mereka, yakni para utusan mendatangi mereka dari segala arah dan bermuamalah bersama mereka, akan tetapi mereka tidak mau memandangnya justru malah berpaling dengan para utusan, ataupun memberikan peringatan akan ketetapan-ketetapan Allah yang telah terjadi kepada umat-umat sebelumnya. Selain itu, peringatan akan adzab akhirat kepada kaum samud yaitu kami telah memberikan petunjuk kepada mereka ajaran yang hak. Tetapi mereka lebih menyukai buta daripada petunjuk, mereka justru lebih memilih jalan yang sesat dibanding petunjuk. Maka mereka disambar petir azab yang menghinakan, yang mengandung kehinaan disebabkan oleh apa yang mereka kerjakan, yakni disebabkan mereka lebih memilih musyrik.

Bacalah petunjuk agar tidak tersesat!

Petunjuk adalah pedoman dalam melakukan segala hal dan belajarliah dari pengalaman orang-orang sebelumnya. Contohnya jika ingin menjadi ahli fisika maka harus membaca petunjuk pelajaran apa saja yang harus dikuasai dan melihat pengalaman tokoh fisikawan sebelumnya, apabila ada kegagalan atau hal yang salah maka sebaiknya hal itu tidak kita ulangi kembali.



Cek Kemampuan Literasi Sains Kamu

PETUNJUK:

Bacalah teks dibawah ini dengan cermat dan teliti!
Jawablah soal yang tersedia pada buku tulismu!

Kasus 3: Rancangan instalasi penangkal petir sebagai trainer pembelajaran sistem proteksi

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 di dalam awan atau pun perbedaan muatan dengan permukaan bumi. Petir sebenarnya lebih sering terjadi antara muatan satu dengan muatan lain di dalam awan dibandingkan dengan yang terjadi antara pusat muatan di awan dengan permukaan bumi. Kedua jenis pelepasan muatan tersebut sebenarnya sama-sama dapat menimbulkan gangguan atau kerugian.

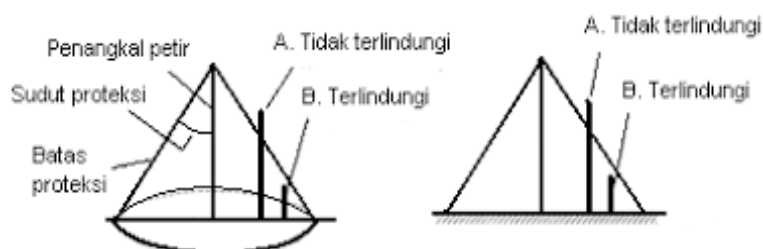
Kerugian yang ditimbulkan sangat besar, sehingga dibutuhkan sistem proteksi petir yang dapat melindungi semua bagian bangunan, termasuk manusia dan peralatan di dalamnya terhadap bahaya dan kerusakan akibat sambaran petir. Untuk melindungi gedunggedung tinggi dari petir cara pergi adalah dengan instalasi atau pemasangan penangkal petir yang dapat diandalkan dan memenuhi persyaratan yang berlaku sehingga dalam hal sambaran petir sarana adalah apa yang akan memberikan arus petir ke tanah.

Bangunan di kampus Politeknik Teknik Indorama yang tersebar dengan ketinggian berbeda memerlukan keamanan dan kenyamanan dari sambaran petir, oleh karena itu sistem penangkal petir eksternal telah dipasang dengan metode pemasangan penangkal petir dengan jenis penangkal petir Franklin. Dari evaluasi yang diperlukan analisis

perhitungan data, dapat dilihat arus maksimum yang dapat menyebabkan kegagalan perlindungan, risiko kegagalan perlindungan per tahun dan mogok tahunan. Dari data yang diperoleh, dapat ditentukan apakah suatu bangunan dilindungi atau tidak. Perlindungan terhadap sambaran petir terdiri dari beberapa tingkatan sesuai dengan kebutuhan yang dibutuhkan. Semakin penting dan tinggi bangunan, semakin tinggi tingkat perlindungan yang dibutuhkan.

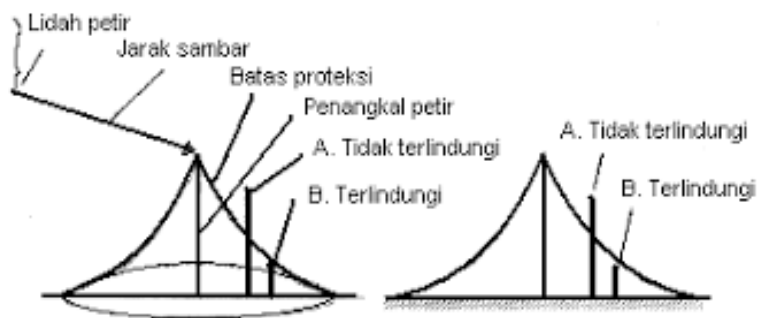
Saat pada awal diketemukannya penangkal petir dan beberapa tahun setelah itu, ruang proteksi dari suatu penangkal petir berbentuk ruang kerucut dengan sudut puncak kerucut nilainya berkisar antara 30o hingga 45o terlihat pada Gambar 4.3 Pemilihan besarnya sudut proteksi ini menyatakan tingkat proteksi yang diinginkan. Apabila semakin kecil sudut proteksi maka semakin tinggi tingkat proteksi yang diperoleh, namun semakin mahal biaya pembangunannya. Semua benda-benda yang berada di dalam bidang segi-tiga proteksi akan terhindar dari sambaran petir. Sedangkan benda-benda yang berada di luar bidang segi-tiga proteksi tidak terlindungi.

Ruang proteksi menurut model elektroteometri hampir sama dengan ruang proteksi berdasarkan konsep lama, yaitu berbentuk ruang kerucut juga. Hanya saja bidang miring dari kerucut tersebut melengkung dengan jari-jari tertentu, seperti terlihat pada Gambar 4.4 Besar jari-jari ini adalah sama dengan besarnya jarak sambar dari lidah petir. Jarak sambar atau kemampuan menyambar atau menjangkau suatu benda dari lidah petir ini ditentukan oleh besarnya arus petir yang terjadi. Dengan demikian, derajat kelengkungan dari bidang miring kerucut dipengaruhi oleh besarnya arus petir yang terjadi.



Gambar 52. Ruang proteksi konvensional

Sumber: www.ejournal.pei.ac.id



Gambar 53. Konsep ruang proteksi model elektrogeometri
 Sumber: www.ejournal.pei.ac.id

SOAL FISIKA: SUHU

1. Suhu yang tinggi selama petir adalah salah satu alasan mengapa fenomena ini sangat spektakuler. Suhu yang ekstrem tersebut menciptakan efek cahaya yang terang dan efek suara guntur yang menggema. Selain itu, suhu tinggi juga berperan dalam proses ionisasi yang mendukung perambatan aliran listrik dalam petir dan meningkatkan energi kinetik partikel-partikel di udara. Suhu saat terjadinya petir mencapai 30.000°C . Berapakah besar suhu tersebut dalam Reamur, Fahrenheit, dan Kelvin?



Cek Kemampuan Literasi Lingkungan Kamu

PETUNJUK:

Seberapa setujukah kamu dengan pernyataan berikut ini?
Beri centang di salah satu kotak setiap pernyataan.

No	Pernyataan	Sangat Setuju	Setuju	Tidak Setuju	Sangat Tidak Setuju
1	Saya peduli dengan kondisi ozon yang semakin menipis				
2	Saya menyarankan kepada orang disekitar saya untuk mengurangi parfum yang menggunakan CFC (<i>Chloro Fluoro Carbon</i>) dan memilih parfum yang mengandung bahan ramah lingkungan				
3	Saya mengetahui bahaya dari hasil buangan kendaraan bagi lingkungan				
4	Saya menasehati keluarga dan teman-teman sekitar apabila tidak menggunakan AC dengan bijak				

BAB 5

INSIDEN KEJADIAN PETIR TERBESAR

A. Kejadian Petir di Dunia

Sambaran petir terganas yang pernah terjadi di dunia menyebabkan menghancurkan bangunan, merusak pohon, hingga menewaskan manusia dan binatang dalam sekejap dirangkum dalam buku ini sebagai berikut:

1. 323 rusa mati di Norwegia

Pada bulan Agustus tahun 2023, sejumlah 323 rusa tewas di Norwegia. Badan Lingkungan Norwegia merilis sebuah gambar yang sangat mengerikan, tumpukan bangkai rusa terlihat di gunung dataran tinggi Hardangervidda. Tidak hanya rusa, namun juga terdapat ada 70 sapi yang mati karena sambaran tersebut.



Gambar 54. Ratusan rusa yang tewas tersamper petir di Norwegia

Sumber: <https://nationalgeographic.grid.id>

2. 300 orang tewas di Luksemburg

Pada 26 Juni 1807, saambaran petir yang mematikan menghantam sebuah pabrik di negara Luksemburg, Eropa dan menewaskan lebih dari 300 orang. Pada saat itu, Luksemburg dihuni oleh anggota tentara Napoleon. Kemudian pada tahun 1732 di Kirchberg sebuah benteng di bangun sebagai gudang

senjata, ketika sambaran petir datang seketika di gudang tersebut terjadi ledakan besar.



Gambar 55. Ratusan orang tewas karena di sambar petir di luksemburg

Sumber: <https://www.liputan6.com>

3. 11 pesepakbola tewas di Afrika

Sambaran petir menyebabkan 11 anggota tim sepak bola meninggal dunia. Sambaran tersebut juga membuat 30 orang lainnya mengalami luka bakar yang sangat parah. Kejadian tersebut terjadi ketika pertandingan di Republik Demokrat Kongo, Afrika.



Gambar 56. Anggota tim sepakbola meninggal karena tersambar petir di Afrika

Sumber: <https://www.liputan6.com>

4. 19 sapi mati di Texas

Badai yang terjadi pada Agustus 2016 di Hallsville, Texas, petir datang dan menyambar 19 sapi yang sedang berlindung di bawah pohon hingga tewas. Ashley Anderson, pemilik sapi

tersebut mengatakan jika dirinya tidak pernah melihat kejadian seperti itu dan ia merasa peristiwa tersebut sangat aneh.



Gambar 57. 19 Sapi tewas karena tersambar petir di Texas

Sumber: <https://www.liputan6.com>

5. 3 Pesepakbola tewas di Kamboja

Pada tahun 2008, petir datang dan menewaskan para pemain sepak bola berusia sekitar 20 tahun. Peristiwa itu terjadi saat sebuah pertandingan tengah diadakan saat musim hujan di Kamboja.



Gambar 58. Anggota tim sepakbola tewas tersambar petir di Kamboja

Sumber: <https://www.liputan6.com>

6. 18 Pelajar tewas di Afrika

Pada tahun 2011, sambaran petir datang di sebuah sekolah dasar di Kiryandongo, Uganda, Afrika. Kejadian tersebut menewaskan 18 siswa dan 50 siswa lainnya mengalami luka-

luka. Waktu itu adalah siang hari ketika para pelajar hendak pulang sekolah dan hujan turun. Para pelajar tersebut kembali berteduh di kelas dan ditemani oleh seorang guru. Meskipun di dalam kelas, nyatanya petir tetap saja bisa berhasil merembet kepada para pelajar dan juga guru yang berada di dalam kelas tersebut.

Peristiwa nahas ini menyebabkan 19 orang meninggal dunia yakni 18 orang pelajar dan 1 orang guru. Sementara itu 38 pelajar lainnya yang berada di dalam sekolah mengalami luka-luka. Dari peristiwa ini kita dapat mengambil pelajaran bahwa bangunan sekolah perlu juga dipasang penangkal petir dan dari peristiwa ini pula pemerintah Uganda banyak mendapat kritikan karena dinilai tidak mampu menyediakan konduktor penangkal petir di sekolah-sekolah.



Gambar 59. 8 Pelajar tewas tersambar petir di afrika

Sumber: <https://www.liputan6.com>

7. Petir picu meninggalnya 3000 orang di Italia

Selama ini kita mengetahui bahwa petir dapat membunuh orang melalui sambarannya baik langsung maupun tidak langsung. Tidak hanya satu atau jumlah kecil orang saja yang bisa terbunuh karena petir, namun ternyata petir juga bisa menjadi penyebab meninggalnya ribuan orang.

Sambaran petir yang terjadi secara tidak langsung menurut *The Guardian* dari Brescia, Italia pada tahun 1796, petir yang menyambar menara gereja St Nazaire. Sambaran petir tersebut kemudian menyambar 100 ton mesiu di brankas yang tersimpan

di dalam gedung tersebut. Hal inilah yang memicu ledakan yang kemudian menyebabkan meninggalnya 3000 orang serta menghancurkan seperenam bangunan yang ada di kota.



Gambar 60. 3 ribu orang tewas tersambar petir di Italia

Sumber: <https://www.islampos.com>

8. Pesawat jatuh akibat tersambar petir

Pada tanggal 24 Desember 1971, jatuhnya pesawat Peruvian Airline LANSA Flight 508 akibat adanya petir menyebabkan 91 orang meninggal dunia. Pesawat terbang tersebut terkena sambaran petir dan akibatnya salah satu sayap dari pesawat tersebut terbakar sehingga pesawat ini mengalami ketidakseimbangan hingga kehilangan kendali dan jatuh di hutan Amazon.

Akibat peristiwa ini hanya seorang penumpang pesawat yang selamat. Jumlah total penumpang adalah 92 orang dan yang meninggal 91 orang. Korban selamat bernama Juliane Koepcke. Juliane selama berhari-hari mencoba menyusuri sungai di sepanjang hutan Amazon dengan harapan dapat menemukan pemukiman warga. Kemudian Juliane ditemukan oleh sekelompok tukang kayu yang kemudian membawanya ke rumah sakit. Kisah menakjubkan ini diabadikan dalam sebuah film yang berjudul “Wings of Hope” pada tahun 2000.



Gambar 61. Jatuhnya pesawat Peruvian Airline Lansa Flight 508 di Hutan Amazon karena sambaran petir

Sumber: <http://aceh.tribunnews.com>

9. Petir tewaskan 93 orang dalam waktu dua hari

Pada 21 dan 22 Juni tahun 2016 di Bihar, petir datang ketika terjadi badai melanda di negara bagian Uttar Pradesh, Jharkand dan Madhya Pradesh lalu terjadi sambaran petir dengan jumlah korban 56 orang meninggal serta 28 orang lainnya mengalami luka-luka.

Di kawasan-kawasan ini terdapat 37 orang meninggal dunia, sehingga total korban meninggal dunia adalah 93 orang. Menurut berita yang beredar, sebagian besar korban meninggal adalah petani. Meskipun pada saat itu cuaca sedang buruk dan tidak bersahabat, namun para petani tersebut tetap saja keluar untuk mengurus ladang mereka yang merupakan tempat mencari nafkah. Akibatnya mereka terkena sambaran petir. Berita ini dikenang menjadi berita duka nasional.



Gambar 62. 93orang tewas tersambar petir dalam 2 hari

10. 1 Tim sepakbola meninggal karena petir

Pada tahun 1998, petir juga pernah menewaskan pemain satu tim sepak bola di Provinsi Kasai, Kongo. BBC melaporkan, ketika berlangsung sebuah pertandingan sepak bola antar tim lokal, petir menyambar saat itu ketika kedudukan tim adalahimbang yakni 1–1.

Peristiwa memilukan ini menyimpan sebuah kejanggalan. Keanean yang luar biasa menyelimuti peristiwa ini, yakni 11 orang yang mati semua adalah pemain tim tamu. Sementara tim tuan rumah berhasil lolos dari bencana tersebut bahkan tanpa luka yang berarti. Karena kejadian aneh ini, maka peristiwa tersebut kemudian dihubung-hubungkan dengan ilmu hitam dan juga kutukan karena hal ini masih menjadi sebuah kepercayaan kental di Afrika.



Gambar 63. 1 Tim sepakbola tewas tersambar petir

Sumber: <http://www.kompasiana.com>

Turunnya ayat ini disebabkan dua orang munafik penduduk Madinah yang melarikan diri dari Rasulullah ke orang-orang musyrik. Kemudian dalam perjalanan mereka ditimpa hujan disertai **guruh** diikuti **kilat**. Apabila **kilat** bersinar, mereka beralian di bawah cahayanya. Jika tak muncul **kilat**, kedua orang itu diterpa hujan lebat mereka tak bisa melihat apa-apa sehingga mereka diam di tempat, tak meneruskan perjalanan. Maka mereka pun berkata, "Mudah-mudahan pagi segera tiba, lalu kita datangi Muhammad dan kita minta dibaiat oleh beliau" Setelah menjelang pagi mereka menghadap beliau, menyatakan masuk Islam.

Seseorang yang istiqomah pada kebenaran akan Allah berikan cahaya keimanan, namun pada seseorang yang munafik Allah akan menghilangkan cahaya dan meninggalkannya dalam keadaan gelap.

Jangan menjadi orang munafik!

Ciri-ciri orang munafik ada 3:

Apabila berkata ia berdusta
Apabila berjanji ia mengingkari
Apabila dipercaya ia berkhianat

B. Kejadian Petir di Indonesia

Kejadian sambaran petir yang mematikan tidak hanya terjadi di dunia, namun di Indonesia juga mengalami peristiwa sambaran petir hingga memakan korban, peristiwa-peristiwa tersebut dirangkum dalam buku ini sebagai berikut:

1. 1 orang tewas tersambar petir di Pinrang dikarenakan main ponsel

Pada tahun 2010, enam warga di Kabupaten Pinrang mengalami nasib naas, karena tersambar petir saat sedang berteduh di tengah sawah. Dari kesaksian korban lain yang selamat mengaku temannya yang tewas tersambar petir itu sedang asyik bermain ponsel. Saat temannya menggunakan telepon selulernya, kemudian petir menyambar tempat mereka berteduh hingga pekerja lainnya terjatuh dari atas rumah sawah.

Akibat tersambar petir itu, dua orang mengalami luka dan satu di antaranya meninggal dunia. Kesaksian salah satu korban yang selamat menyatakan bahwa, mereka berjumlah enam orang sedang mengerjakan proyek irigasi. Saat hujan, mereka berteduh di salah satu rumah sawah dekat irigasi. Kemudian petir menyambar tempat mereka berendam berteduh. Tiga dari mereka selamat, sementara dua orang luka dan satu teman mereka tewas.



Gambar 64. 1 orang tewas tersambar petir di Pinrang karena bermain ponsel

Sumber: <https://regional.kompas.com>

2. 2 Orang tewas tersambar petir di Bogor, di rumah pengolahan kayu

Pada Desember 2019, lima warga tersambar petir saat sedang berteduh di sebuah rumah pengolahan kayu, yang berlokasi di Kampung Anyar Sari, Desa Cikopomayak, Kecamatan Jasinga, Bogor. Akibat peristiwa naas itu, dua di

antaranya tewas di tempat dan tiga lainnya, mengalami luka-luka. Kejadian bermula saat lima warga tersebut hendak beristirahat setelah memotong kayu. Karena sedang hujan, mereka memutuskan untuk berteduh di rumah pengolahan kayu terdekat. Tak berselang lama, petir menyambar rumah tersebut dan mengenai mereka.



Gambar 65. 2 orang tewas petirdi Bogor saat berteduh

Sumber: <https://megapolitan.okezone.com>

3. 1 Orang tewas tersambar petir saat berada di gubuk sawah

Pada Desember 2019 terulang kembali, seorang warga Dusun Sayuran, Desa Mekarjaya, Sumedang Utara, tewas tersambar petir saat berteduh di gubuk sawah di Desa Margamukti, Kecamatan Sumedang Utara, Kabupaten Sumedang. Kejadian itu bermula saat sepasang suami istri sedang berada di sawah untuk bercocok tanam. Namun, karena hujan turun mereka berteduh di sebuah gubuk tengah sawah. Lalu turun hujan cukup lebat dan ketika itu ada petir yang kemudian menyambar kabel listrik yang tidak jauh dari posisi mereka berteduh. Saat warga akan menolongnya, nyawa suami sudah tak tiada namun istrinya bisa diselamatkan.



Gambar 66. 1 Orang tewas tersambar petir di gubuk sawah

Sumber: <https://megapolitan.okezone.com>

4. 1 Orang tewas tersambar petir saat berjualan kopi

Pada Desember 2019 terulang lagi, seorang pedagang kopi keliling di Kecamatan Pagedangan, Kabupaten Tangerang tewas tersambar petir saat sedang menjajakan dagangannya. Kejadian itu bermula ketika korban nekat berjualan meski dalam kondisi sedang hujan. Saat sedang mangkal itu, korban disambar petir dan meninggal di tempat dan masih dalam keadaan menggunakan mantel. Korban yang tergeletak sempat menjadi perhatian pengguna jalan. Kemudian tak berselang lama dilarikan ke rumah sakit oleh warga sekitar, namun nyawanya tidak berhasil diselamatkan.



Gambar 67. 1 Orang tewas tersambar petir saat berjualan kopi

Sumber: <https://megapolitan.kompas.com>

5. 1 Orang pendulang emas tewas disambar petir

Pada Januari 2020, seorang tewas tersambar petir di area Kali Kabur, Mile 37 area PT Freeport, Papua. Kejadian itu terjadi saat itu korban bersama dengan istri dan seorang anaknya mendulang emas seperti yang biasa ia lakukan sebelumnya. Namun, karena hujan turun cukup lebat mereka akhirnya memilih untuk mencari tempat yang nyaman untuk berteduh. Saat dalam perjalanan itu, korban yang sedang membawa peralatan dulang tiba-tiba langsung tersambar petir. Korban seketika tergeletak di tanah dan meninggal dunia. Sambaran petir itu diketahui melukai kepala dan bahu korban.



Gambar 68. 1 Orang tewas pendulang emas tersambar petir

Sumber: <https://daerah.sindonews.com>

6. 2 Orang warga tewas tersambar petir di Cirebon

Pada April 2023, dua warga tewas dan dua orang lainnya menderita luka berat setelah tersambar petir di Kabupaten Cirebon, Jawa Barat. Masyarakat perlu waspada seiring adanya cuaca ekstrem. Berdasarkan data yang dihimpun, petir menyambar sebuah warung Empal Gentong di pinggir jalur pantai utara, Desa Klenganan, Kecamatan Klenganan, sekitar pukul 13.00. Bangunan semipermanen berdinding bambu itu berada di bawah pohon. Sambaran petir itu menewaskan pemilik warung, yang merupakan warga Desa Panembahan, Kecamatan

Plered. Dua warga yang sedang berada di warung juga menderita luka berat.

Sekitar 5 kilometer dari tempat kejadian, seorang warga juga diduga meninggal dunia karena tersambar petir di area persawahan Desa Winong, Kecamatan Gempol, sekitar pukul 13.00. Warga menemukan jenazah pria yang belum diketahui identitasnya itu terbujur kaku di sawah. Menurut kesaksian sekitar, korban sedang mengambil bekas panen padi.

Sambaran petir yang menewaskan warga di Cirebon sudah terjadi beberapa kali. Pada awal Maret 2019, dua warga Desa Sinarancang, Kecamatan Mundu, meninggal dunia karena tersambar petir saat menggembala kerbau. Keduanya pun sempat terpental beberapa meter.



Gambar 69. 2 warga tewas tersambar petir di Cirebon

Sumber: <https://www.kompas.id>

7. 3 Petani di Jawa Barat Disambar petir

Pada 4 Mei 2023, tiga petani tersambar petir saat sedang meladang di sawah. Ketika tengah memanen padi dengan menggunakan alat yang disebut grabag, ketiga petani tersebut tersambar petir. Sehingga dari ketiga korban satu diantaranya meninggal dunia di lokasi kejadian. Sementara dua korban lainnya pingsan. Kejadian itu terjadi di areal persawahan di Desa Cempeh, Kecamatan Lelea, Kabupaten Indramayu.



Gambar 70. 3 Petani tewas tersambar petir di Indramayu

Sumber: <https://news.republika.co.id>

Cek Kemampuan Literasi Sains Kamu

PETUNJUK:

Bacalah teks dibawah ini dengan cermat dan teliti!
Jawablah soal yang tersedia pada buku tulismu!

KASUS 4: Analisa pemetaan daerah rawan sambaran petir di wilayah Kabupaten Pasuruan dengan menggunakan metode *simple additive weighting*

Pasuruan merupakan daerah yang rawan terhadap sambaran petir karena daerah tersebut berada di dataran tinggi diantara pegunungan dan lautan maka dari itu mudah terbentuknya awan Cumulonimbus (Cb), dimana awan tersebut mengakibatkan terbentuknya petir. Pertumbuhan Penduduk di Pasuruan juga setiap tahunnya meningkat berdasarkan buku Kabupaten Pasuruan mengalami kenaikan dari tahun 2016 s.d. 2017 sebesar 0,73%. Pasuruan dilihat dari segi pembangunan merupakan suatu wilayah dengan tingkat pembangunannya yang tinggi, dimana dapat dilihat pada data Badan Pusat Statistik yang terdapat pada buku setiap kecamatan di kabupaten Pasuruan pada tahun 2018 yang

menunjukkan jumlah lahan yang digunakan untuk pembangunan gedung-gedung semakin meningkat dari tahun 2016 ke tahun selanjutnya. Pertumbuhan penduduk di Pasuruan yang meningkat setiap tahunnya mengakibatkan lebih banyaknya bangunan-bangunan dan gedung-gedung yang tinggi serta meningkatnya pembangunan gedung-gedung dan perumahan yang didirikan. Hal ini mengakibatkan resiko terjadinya sambaran petir di wilayah Pasuruan cukup tinggi.

Faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat kerawanan sambaran petir dalam suatu daerah adalah jumlah kepadatan penduduk, luas wilayah suatu daerah, serta jumlah lahan yang digunakan untuk pembangunan perumahan atau gedung-gedung perkantoran dalam suatu daerah tersebut. Pada penentuan tingkat kerawanan sambaran petir suatu daerah pada penelitian ini menggunakan metode Simple Additive Weighting (SAW). Metode Simple Additive Weighting (SAW) merupakan metode yang sangat efektif untuk menentukan rating dari setiap alternatif berdasarkan kriteria-kriteria, dimana kecamatan di wilayah kabupaten Pasuruan pada penelitian sebagai alternatif dan faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya petir sebagai kriteria.

Tabel 5.1 Nilai preferensi tingkat kerawanan sambaran petir per kecamatan di wilayah kabupaten Pasuruan tahun 2017

Kecamatan	Vrawan
Purwodadi	0,1171
Tutur	0,3417
Puspo	0,5042
Tosari	0,3057
Lumbang	0,5494
Pasrepan	0,3576
Kejayan	0,2467
Wonorejo	0,2616
Purwosari	0,4322
Prigen	0,2186
Sukorejo	0,3354
Pandaan	0,5239
Gempol	0,4000
Beji	0,3419
Bangil	0,4622
Rembang	0,3583
Kraton	0,2596
Pohjentrek	0,3850
Gondangwetan	0,3466
Rejoso	0,4480
Winongan	0,3961
Grati	0,4591
Lekok	0,4398
Nguling	0,4073

Berdasarkan nilai preferensi kerawanan sambaran petir yang ditunjukkan pada Tabel 5.1 maka tingkat kerawanan sambaran petir

dapat dikelompokkan dalam lima kategori yang memiliki interval tertentu. Kategori sangat rendah dengan interval $0 \leq d < 0,09$, rendah dengan interval $0,09 \leq d < 0,17$, sedang dengan interval $0,17 \leq d < 0,26$, tinggi dengan interval $0,26 \leq d < 0,35$, dan sangat tinggi dengan interval $d \geq 0,35$.

Sumber : Dikutip dari Jurnal Matematika ALGEBRA (Riqmawatin & Intan, 2020)



BAB 6

DAMPAK & PENCEGAHAN PETIR

Pada bab 1 sudah dibahas bahwa Indonesia termasuk negara yang rawan terhadap sambaran petir. Dahsyatnya sambaran petir menimbulkan banyak dampak. Pada bab ini akan dibahas dampak serta cara menghindarinya.

A. Dampak sambaran petir

1. Dampak sambaran langsung

Dampak pada sambaran langsung biasanya dapat langsung terdeteksi. Berikut dampak pada sambaran langsung yaitu kerusakan pada bangunan maupun sambaran terhadap manusia.

a. Kerusakan pada bangunan

Dampak bangunan terkena sambaran bangunan yaitu apabila aliran listrik dari sambaran petir mengalir membuat tingkat ke kokohan dari bangunan tersebut berkurang dan struktur bangunan tersebut menjadi goyah hingga menyebabkan bangunan tersebut menjadi tidak stabil kemudian runtuh.

b. Dampak sambaran terhadap manusia

Pada saat aliran listrik dari sambaran petir mengalir pada tubuh manusia maka organ tubuh yang dilalui oleh aliran listrik tersebut akan mengalami kerusakan. Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, tubuh manusia sendiri merupakan konduktor listrik karena tubuh manusia mengandung ion potassium, klorid dan partikel lainnya. Petir melepaskan energi listrik yang sangat besar dan apabila mengalir mengenai tubuh manusia yang merupakan konduktor listrik, dapat menyebabkan kerusakan yang fatal pada tubuh manusia. Aliran listrik tersebut juga memiliki temperatur yang besar hingga mencapai 30.0000°C , Dengan temperature tersebut tersebut dapat membuat luka bakar yang

sangat parah juga dapat menyebabkan berhentinya kerja jantung dan dapat juga melumpuhkan jaringan otot dan manusia.



Gambar 71. Foto sambaran petir yang dialami Michael & Sean McQuilken

Sumber: <https://dailymail.co.uk>

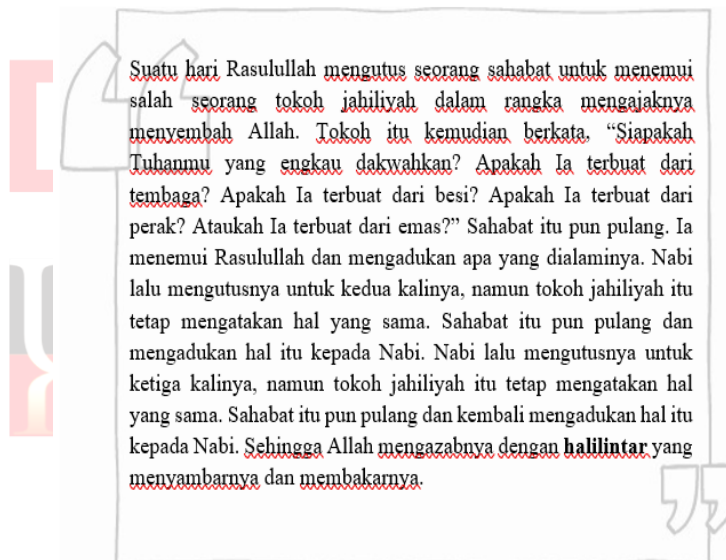
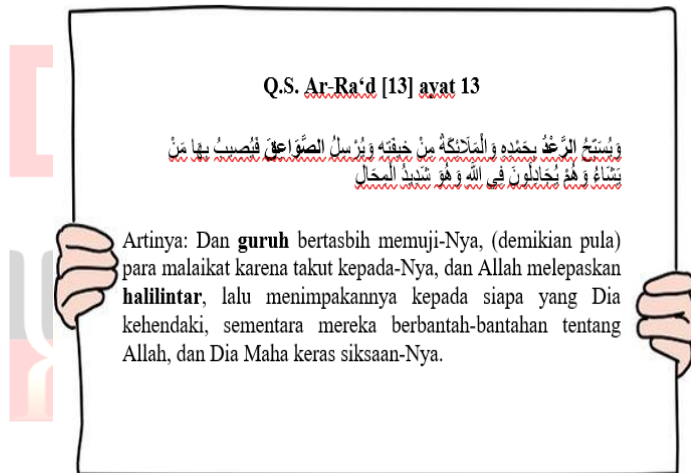
Gambar 6.1 merupakan foto diambil di puncak Moro Rock, di Taman Nasional Sequoia, California pada 1975 menunjukkan sepasang kakak beradik, Michael dan Sean McQuilken terlihat rambut mereka berdiri, mirip efek muatan listrik dari penggaris plastik yang digosokkan ke kepala. Peristiwa rambut melayang itu karena adanya energi listrik yang kuat di tubuh mereka sebagai pertanda alam yang jelas sebelum sambaran petir. Namun, mereka tidak menyadarinya. Tak lama setelah mereka berfoto, Sean tersambar petir dan menderita luka bakar yang parah.

c. Kebakaran Hutan

Sambaran petir juga dapat menjadi penyebab terjadinya kebakaran hutan terutama pada musim kemarau. Sambaran petir pada hutan terjadi pada hutan–hutan subtropis seperti di Amerika serikat dan Kanada. Pada saat petir menyambar pohon, maka cairan dalam batang atau cabang pohon akan kering, Sambaran juga menimbulkan tekanan yang sangat kuat sehingga menimbulkan pohon terbakar. Akan tetapi pada daerah hutan subtropis seperti Indonesia kebakaran hutan akibat sambaran petir jarang sekali terjadi.

2. Dampak sambaran tidak langsung

Kerusakan ini sulit teridentifikasi dengan jelas misalkan sambaran petir yang mengalir pada kabel PLN atau kabel telepon dan dampak yang kita rasakan yaitu tanpa kita sadari peralatan elektronik rusak atau terbakar.



Ayat tersebut dapat disimpulkan bahwa Allah mengajak kepada manusia agar merenungkan kebenaran Al-Qur'an, yang mana ajakan tersebut sejarahnya pernah ditolak oleh kebanyakan manusia (manusia yang tidak percaya). Bukti keksuasaan Allah yang ada tidak akan bisa dibantah kebenaran wahyunya, maka Allah mengutus seorang Rasul untuk memberi suatu peringatan agar manusia dimuka bumi mempunyai akal dan mau mengerti dalam merenungkan semua kebenaran-Nya.

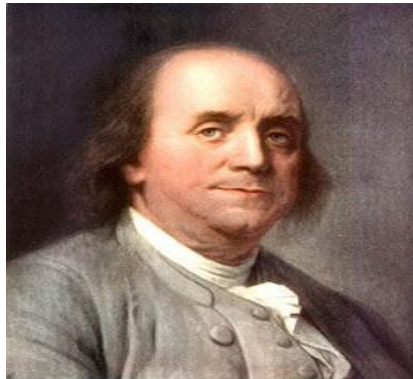
Jangan sombong!

Karena salah satu ciri sifat sombong adalah menolak kebenaran.

B. Strategi perlindungan dan pencegahan bahaya petir

1. Pencegahan bahaya petir

Untuk mecegah bahaya petir pada bangunan, upaya yang dapat dilakukan salah satunya adalah membuat penangkal petir. Bagaimanakah prinsip kerja penangkal petir? bagaimana awal mula ide pembuatannya? Awal mula penemuan penangkal petir Pada tahun 1952 Benjamin Franklin mempublikasikan percobaannya yang membuktikan bahwa sambaran petir merupakan listrik. Franklin mulai berfikir untuk mencegah bahaya sambaran petir. Ia kemudian menciptakan alat dari batangan besi yang ujungnya dibuat runcing. Pada kaki besi diikat dengan kabel dan dihubungkan ke tanah. Menurutnya, besi berujung runcing tersebut akan menarik elektron, dan tujuan dihubungkan ke tanah akan mengosongkan listrik statis yang berasal dari awan. Ia kemudian memasang alat percobaanya pada puncak atap gereja.



Gambar 72. Benjamin Franklin

Sumber: www.flickr.com

Karena percobaannya ini dianggap terlalu berbahaya ia kemudian melakukan percobaan menggunakan layang- layang. Sebagai pemicu datangnya aliran listrik ia menggunakan sebuah kunci yang terbuat dari logam, dan menempelkannya pada layang-layang. Ia menerbangkan sebuah layang-layang pada saat badai. menunggu hingga layanglayang tersebut disambar petir. Percobaannya membuahkan hasil. Ia menyimpulkan bahwa konduktor dengan ujung yang tajam memiliki kemampuan untuk menarik muatan listrik dan memiliki jangkauan penarikan yang lebih jauh dibandingkan dengan konduktor dengan ujung yang tumpul. Percobaannya ini yang menjadi dasar pembuatan penangkal petir yang kita gunakan sampai saat ini.

Selain pemasangan penangkal petir berikut ini adalah beberapa cara untuk menghindari terkena sambaran petir:

- a. Jika kamu melihat kilat atau mendengar guruh segeralah menuju bangunan yang telah dilindungi penangkal petir. Jika tidak ada bangunan di dekatmu, masuklah ke mobil dan tutup semua jendela. Hal ini di karenakan mobil merupakan benda berongga dan muatan hanya berkumpul pada permukaannya.
- b. Hindari bernaung di bawah pohon yang berdiri tersendiri jauh dari pohon lainnya hal ini karena petir dapat menyambar benda yang lebih tinggi dan lebih runcing dari benda

disekitarnya, karena muatan lebih mudah terserap pada benda yang memiliki penampang yang kecil.

- c. Segera keluar dan jauh dari sawah berair, kolam, danau dan tempat-tempat yang mengandung air. Karena air merupakan konduktor listrik.
- d. Segera keluar dari dan hindari benda-benda yang menghantarkan listrik, seperti pagar kawat berduri, saluran listrik dan lainnya.
- e. Jika kamu berada dalam ruangan terlebih tidak dilengkapi penangkal petir hindarilah dekat pintu, jendela dan tempat yang berair. Jauhi saluran telepon, komputer dan peralatan listrik lainnya yang dapat menempatkan kamu dalam kontak langsung dengan listrik. jangan menggunakan telepon ataupun ponsel genggam.
- f. Hindari pipa. Jangan mandi dengan menggunakan pipa, termasuk wastafel, dan keran karena arus listrik dapat mengalir melalui saluran pipa.

2. Strategi perlindungan dan pencegahan bahaya petir

Berikut adalah beberapa strategi perlindungan dan pencegahan yang dapat diambil untuk mengurangi bahaya petir:

- a. Instalasi penangkal petir: Pemasangan sistem penangkal petir yang sesuai adalah langkah penting dalam melindungi bangunan dan struktur dari bahaya petir. Penangkal petir yang efektif mencakup konduktor penangkal petir, sistem grounding yang baik, dan perangkat perlindungan seperti penyearah atau arrester. Penting untuk menggunakan jasa profesional yang berpengalaman dalam merancang dan memasang penangkal petir sesuai dengan standar yang berlaku.
- b. Pemeriksaan rutin: Lakukan pemeriksaan rutin terhadap sistem penangkal petir untuk memastikan semua komponen berfungsi dengan baik. Periksa kebersihan konduktor penangkal petir, kondisi grounding, dan perangkat

perlindungan. Perawatan dan perbaikan yang diperlukan harus dilakukan secara teratur.

- c. Hindari tempat terbuka saat badai petir: Jauhi area terbuka seperti lapangan, kolam renang, dan lapangan golf saat badai petir. Cari tempat yang aman seperti bangunan yang dilengkapi dengan penangkal petir atau kendaraan yang tertutup.
- d. Tunda aktivitas di luar saat badai petir: Jika ada badai petir, tunda atau hentikan aktivitas di luar ruangan, terutama jika tidak ada tempat yang aman di sekitar. Jangan bermain olahraga, berjalan-jalan, atau melakukan kegiatan di luar saat petir terlihat atau terdengar.
- e. Jauhi benda logam dan peralatan listrik: Hindari kontak dengan benda logam seperti pagar berduri, tiang, atau kawat saat badai petir. Matikan dan hindari menggunakan peralatan listrik selama badai petir untuk mengurangi risiko terkena lonjakan listrik yang disebabkan oleh sambaran petir.
- f. Amankan peralatan sensitif: Selama badai petir, matikan peralatan elektronik sensitif dan cabut dari sumber daya listrik untuk melindunginya dari kerusakan yang disebabkan oleh lonjakan listrik akibat sambaran petir.
- g. Edukasi dan kesadaran: Tingkatkan kesadaran tentang bahaya petir dan pentingnya tindakan pencegahan. Berbagi pengetahuan dan informasi tentang perlindungan dari petir kepada keluarga, teman, dan rekan kerja.



Cek Kemampuan Literasi Sains Kamu

PETUNJUK:

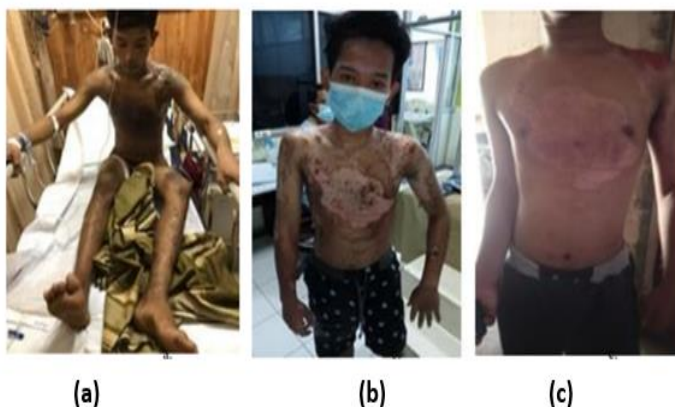
Bacalah teks dibawah ini dengan cermat dan teliti!
Jawablah soal yang tersedia pada buku tulismu!

KASUS 5: Luka Bakar Mayor Pada Petani Paska Tersambar Petir di Sawah

Laki-laki, 20 tahun pekerjaan petani, dibawa ke rumah sakit karena tersambar petir ketika berlindung dari hujan deras di sebuah gubuk saat bekerja di sawah bersama keempat rekan kerjanya. Di antara 5 penderita, pasien ini merupakan korban yang mengalami efek yang paling parah akibat sambaran petir. Keluhan yang dialami pasien antara lain nyeri, panas pada seluruh tubuh, dan adanya gangguan pendengaran pada kedua telinganya. Pemeriksaan fisik menunjukkan pasien memiliki berat badan pasien 54 kg dengan nilai vital sign dalam kondisi normal. Pemeriksaan keadaan umum menunjukkan bahwa sistem pendengaran, kardiovaskular, gastrointestinal, dan neurologis dalam batas normal. Pada status lokalis ditemukan luka bakar yang meluas pada bagian dada, punggung, anggota gerak bawah, dan atas. Total luas luka bakar berdasarkan rule of nine sebesar 31,5% dengan kedalaman luka termasuk luka bakar dominasi derajat 2a (superficial) dan sebagian kecil 2b (deep partial thickness). Gambaran luka menunjukkan dasar luka terdapat bula yang intak, sebagian pecah dengan dasar bula kemerahan. Pada beberapa tempat luka tampak berupa lingkaran-lingkaran kecil tidak merata, dalam, berwarna putih dan pada sebagian kulit lainnya masih intak berwarna kehitaman dan basah seperti ditunjukkan pada Gambar 1a dan 2a. Berdasarkan kondisi ini penderita didiagnosis sebagai luka bakar mayor sebesar 31,5% dengan penyebab sambaran petir.

Korban sambaran petir dapat mengalami kerusakan di berbagai bagian tubuh tergantung dari mekanisme yang terjadi berupa luka bakar ringan hingga berat, cedera otak permanen, sindrom nyeri kronis, neuropati perifer, cacat pada fungsi kognitif, tinitus, kejang, hingga

kebutaan. Penanganan luka bakar akibat sambaran petir mengacu pada penanganan luka bakar listrik dan dengan adanya penanganan yang cepat dan tepat akan memberikan perjalanan klinis yang baik pada pasien sehingga komplikasi jangka panjang dapat diminimalisir dan pasien dapat beraktivitas normal. Pengetahuan bagaimana cara menghadapi situasi ketika berada pada lingkungan yang beresiko mengalami sambaran petir sangat penting untuk masyarakat Indonesia mengingat kondisi alam yang mendukung dan secara demografi petani merupakan mata pencaharian sebagian besar masyarakat Indonesia di pedesaan.



Gambar 73. Luka bakar pada tampilan depan (a) hari ke-1, (b) hari ke-14, dan (c) hari ke-60

Sumber: <http://jurnal.unej.ac.id/index.php/JAMS>



Gambar 74. Luka bakar pada tampilan belakang (a) hari ke-1, (b) hari ke-14, (c) hari ke-60

Sumber: <http://jurnal.unej.ac.id/index.php/JAMS>

Sumber : Dikutip dari Journal of Agromedicine and Medical Sciences
(Elfiah & Akbar, 2022)

SOAL FISIKA: GAYA GESEK

1. Petir terbentuk di awan cumulonimbus yang terdapat partikel bernuatan positif (+) dan negatif (-) dan saling bergesekan, sehingga energi yang dilepaskan dalam bentuk petir. Apabila diibaratkan massa partikel masing-masing 4 kilogram dan 30 kilogram. Bila kedua objek tersebut didorong dengan gaya sebesar 150 Newton dengan gaya gesek 10 Newton, maka berapa percepatan dari kedua partikel tersebut?

Cek Kemampuan Literasi Lingkungan Kamu

PETUNJUK:

Seberapa setujukah kamu dengan pernyataan berikut ini?
Beri centang di salah satu kotak setiap pernyataan.

No	Pernyataan	Sangat Setuju	Setuju	Tidak Setuju	Sangat Tidak Setuju
1	Saya mensyukuri nikmat Tuhan yang telah menciptakan petir sebagai sumber listrik dari alam dan pembentuk ozon				
2	Saya membaca informasi terkait dampak dari percikan sinar petir				
3	Saya mengurangi penggunaan peralatan yang menghasilkan gas rumah kaca dan penipisan lapisan ozon				
4	Saya melarang orang-orang yang ingin merusak lingkungan				

BAB 7

PENUTUP

Seluk Beluk Tentang Petir

Petir merupakan usaha alami untuk menetralkan muatan listrik yang dimiliki oleh awan. Sehingga, kita mengenal ada 2 jenis petir berdasarkan sumber muasal muatan listriknya, petir yang terjadi antar awan dan petir yang terjadi antara awan dengan permukaan bumi. Untuk terciptanya loncatan listrik petir dari awan ke permukaan tanah, kedua lokasi harus mempunyai perbedaan tegangan listrik hingga sebesar 10 juta Volt. Udara mempunyai kemampuan mentrasfer listrik bila listrik tersebut mempunyai tegangan sebesar 3 juta Volt setiap meternya. Harga ini akan berkurang bila kelembaban udara meningkat. Dalam kenyataannya, dalam Petir merupakan usaha alami untuk menetralkan muatan listrik yang dimiliki oleh awan. Sehingga, kita mengenal ada 2 jenis petir berdasarkan sumber muasal muatan listriknya, petir yang terjadi antar awan dan petir yang terjadi antara awan dengan permukaan bumi. Untuk terciptanya loncatan listrik petir dari awan ke permukaan tanah, kedua lokasi harus mempunyai perbedaan tegangan listrik hingga sebesar 10 juta Volt. Udara mempunyai kemampuan mentrasfer listrik bila listrik tersebut mempunyai tegangan sebesar 3 juta Volt setiap meternya. Harga ini akan berkurang bila kelembaban udara meningkat. Dalam kenyataannya, dalam suasana badai sekalipun dan kelembaban udara meningkat, tapi hanya mencapai sekitar 200.000 Volt per meter. Nilai ini jauh dibawah kemampuan trasfer listrik melalui udara. Penelitian sekarang ini menemukan bahwa walaupun kemampuan trasfer listrik udara hanya 200.000 Volt per meter, sebelumnya udara telah bereaksi melalui proses ionisasi, menjadi lebih bersifat penghantar listrik.

Q.S. Az- Zariyat [51] ayat 44

فَعَنَّا عَنْ أَلْمَرِّ زَمْزَمَ فَاحْذَرُوا الصَّاعِقَةَ هُمْ يُنظَرُونَ

Artinya: Maka mereka berlaku angkuh terhadap perintah Tuhannya, lalu mereka disambar **petir** dan mereka melihatnya.

Ayat di atas menyebut kaum Nabi Shalih as. yakni Tsamud. Ketika dikatakan kepada mereka oleh Nabi Shalih as.: "Bersenang-senanglah kamu di tempat kamu ini sampai suatu waktu tertentu yang ditentukan Allah". Maka, mereka berlaku angkuh terhadap perintah Tuhannya yang puncaknya adalah menyembelih unta yang merupakan mukjizat Nabi Shalih as. bahkan bermaksud juga membunuh nabi Shalih. Maka, akibat kedurhakaan dan keangkuhan itu, mereka disambar petir hingga binasa sedang mereka melihat, yakni menyaksikan sendiri siksa itu turun berupa awan yang mengandung petir lalu menimpa mereka. Maka, mereka sekali-kali sedikit pun tidak dapat bangkit untuk menyelamatkan diri dan tidak pula mereka mendapat pertolongan dari siapa pun. Itulah yang dialami oleh generasi masa lalu yang durhaka dan Allah telah membinasakan juga kaum Nuh sebelum generasi-generasi itu. Sesungguhnya mereka semua adalah kaum fasik yang telah mendarah daging kedurhakaan dalam diri mereka.

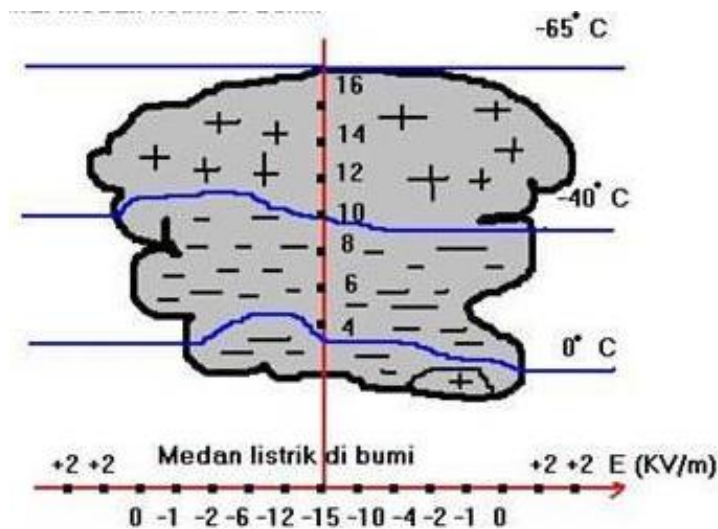
Jangan menentang perintah Allah!

Taati perintah Allah dan Rasul-Nya agar kita terhindar dari azab Allah dan tidak melakukan kesalahan yang sama seperti kaum-kaum terdahulu.

Rata rata setiap petir mempunyai 4 hingga 5 jalur utama akibat ionisasi. Persiapan pelepasan elektron melalui jalur ini membutuhkan

waktu sekitar 0,01 detik, setelah itu terjadi petir dengan waktu transfer sekitar 0,0004 detik. Setelah terjadinya petir, membutuhkan waktu istirahat (0,03 - 0,05 detik) untuk mempersiapkan kembali petir berikutnya. Diketahui pernah terjadi hingga 42 petir terus menerus tanpa henti. Rata rata kuat arus dalam petir sebesar 20.000 ampere. Dengan kekuatan arus ini, mengalir elektron dari awan menuju permukaan tanah. Hal ini disebut juga, petir negative. Pada kasus yang jarang, kadang dijumpai locatan listrik pendek dari permukaan tanah (ujung pohon, ujung menara dsb). Ini disebut petir positive. Petir positive diketahui hanya mempunyai satu jalur utama terjadinya loncatan. Tapi petir positive mempunyai kuat arus yang lebih tinggi dari petir negative (sebesar 300.000 Ampere). Terjadinya petir positive hanya sekitar 5% dari total terjadinya petir. Loncatan petir dapat terjadi sejauh beberapa kilo meter, antara awan dengan permukaan tanah.

Petir merupakan peristiwa pelepasan listrik antara suatu awan bermuatan dengan bumi, atau antara awan bermuatan dengan awan bermuatan lainnya. Dalam peristiwa ini, jarak antara awan ke awan atau awan ke bumi relatif cukup tinggi dan dapat diasumsikan sebagai jarak antar elektroda. Sumber terjadinya petir adalah awan cumulonimbus atau awan guruh yang berbentuk gumpalan dengan ukuran vertikal lebih besar dari ukuran horizontal. Ukuran vertikal dapat mencapai 14 km dan ukuran horizontal berkisar 1,5 – 7,5 km. Karena ukuran vertikalnya yang cukup besar terjadi perbedaan temperature antara bagian bawah dengan bagian atas. Bagian bawah bisa mencapai 5° C, sedangkan bagian atas - 60°C. Loncatan diawali dengan berkumpulnya uap air di dalam awan. Karena perbedaan temperatur yang besar antara bagian bawah awan dengan bagian yang lebih diatas, butiran air bagian bawah yang temperaturnya lebih hangat berusaha berpindah ke bagian atas sehingga mengalami pendinginan dan membentuk kristal es. Butir air yang bergerak naik membawa muatan positif sedangkan kristal es membawa muatan negatif sehingga terbentuk awan yang mirip dengan dipole listrik. Pada saat tegangan antara ujung awan sudah cukup besar terjadilah pelepasan muatan listrik. Struktur listrik awan guruh dinyatakan dalam gambar 7.1 berikut ini :



Gambar 75. Struktur muatan listrik awan gemuruh

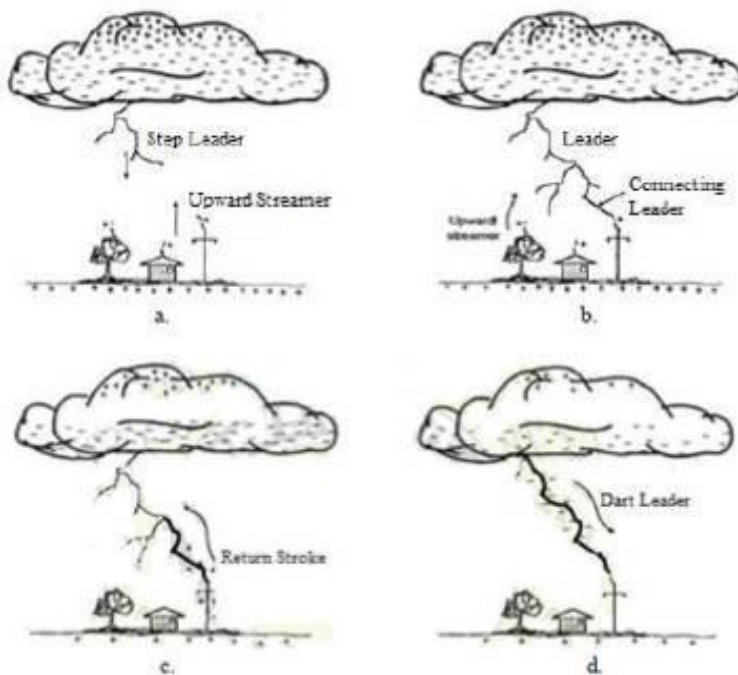
Sumber: www.sistemdo.co.id

Proses Terjadinya Petir

Faktor-faktor yang mempengaruhi pembentukan atau pengumpulan muatan di awan begitu banyak dan tak pasti. Tekanan atmosfer akan menurun dengan makin bertambahnya ketinggian suatu tempat dari permukaan horizontal. Pergerakan udara (angin) ini akan membawa udara lembab ke atas, kemudian udara lembab ini mengalami kondensasi menjadi uap air, lalu berkumpul menjadi titik-titik air yang pada akhirnya membentuk awan. Angin kencang yang meniup awan akan membuat awan akan mengalami pergeseran secara horizontal maupun vertikal, ditambah dengan benturan antara titik-titik air yang dalam awan tersebut dengan partikel-partikel udara, yang dapat memungkinkan terjadinya pemisahan muatan listrik di dalam awan tersebut. Butiran air yang bermuatan positif, biasanya berada pada bagian atas dan yang bermuatan negative berada di bagian bawah. Dengan adanya awan yang bermuatan maka akan timbul muatan induksi pada permukaan bumi sehingga menimbulkan medan listrik antara bumi dengan awan.

Bumi dianggap rata terhadap awan, sehingga bumi dengan awan dapat dianggap sebagai dua plat sejajar membentuk kapasitor. Jika medan listrik yang terjadi melebihi medan tembus udara, maka akan

terjadi pelepasan muatan. Terjadinya pelepasan udara inilah yang disebut sebagai petir. Setiap sambaran petir bermula dari suatu lidar petir (leader) yang bergerak turun dari awan bermuatan dan disebut downward leader. Downward leader ini bergerak menuju bumi dalam bentuk langkah-langkah yang disebut step leader. Pergerakan step leader ini arahnya selalu berubah-ubah sehingga secara keseluruhan jalannya tidak patah-patah. Panjang setiap step leader ini sekitar 50 m (dalam rentang 3-200 m), dengan interval waktu antara setiap step $\pm 50 \mu s$ (30-125 μs). Dari waktu ke waktu dalam perambatannya ini step leader mengalami percabangan sehingga terbentuk lidah petir yang bercabang-cabang.

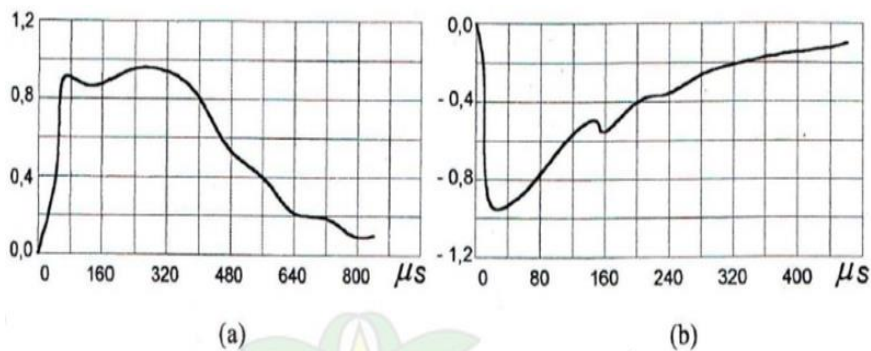


Gambar 76. Tahapan terjadinya petir

Sumber: darsimanb.blogspot.com

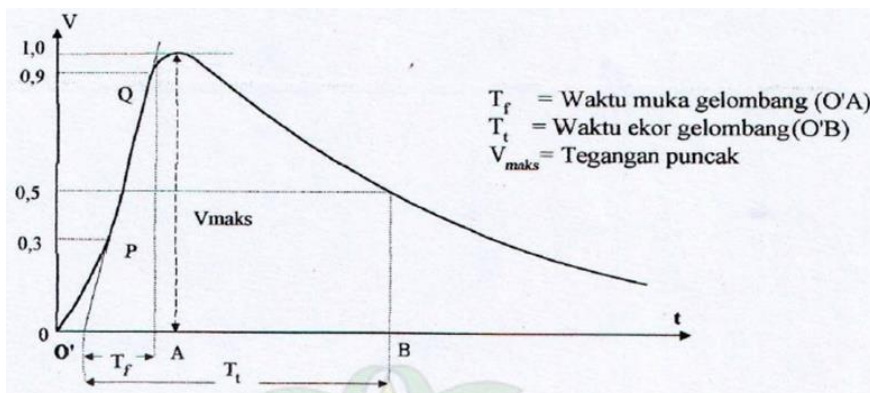
Bentuk Gelombang Arus Petir

Bentuk gelombang arus petir ini menggambarkan besar arus, kecuraman (kenaikan arus), serta lamanya kejadian (durasi gelombang), dinyatakan oleh waktu ekor. Pada kenyataannya, bentuk gelombang arus petirnya bisa berbeda.



Gambar 77. Osilogram bentuk gelombang arus petir
Sumber: jurnal.uisu.ac.id

Karena ada perbedaan tersebut, maka bentuk standar gelombang arus petir berbeda-beda untuk suatu Negara atau lembaga, misalnya standar Jepang (JIS), atau Jerman (VDE), Inggris (BS) dan sebagainya. Untuk internasional biasanya mengacu pada IEC. Bentuk gelombang arus petir dinyatakan dalam dua besaran yakni, waktu muka (T_f) yang menyatakan lamanya muka gelombang (front duration) dan kecuraman arus, serta waktu ekor (T_t).



Gambar 78. Bentuk impuls petir standar
Sumber: jurnal.uisu.ac.id

Parameter petir menyatakan karakteristik atau penggambaran petir itu sendiri. Parameter-parameter petir cukup banyak, terutama yang berkaitan usaha-usaha protektif petir. Selain itu, parameter petir ini juga berguna dalam studi efek perusakan akibat sambaran petir dan kemungkinan pemanfaatannya. Parameter-parameter tersebut yaitu arus

petir maksimum yaitu harga maksimum/puncak impulse petir (I_m), Muatan Petir atau muatan total (Q), Energi Spesifikasi Arus Petir atau kuadrat impulse dari arus (E), arus puncak ($I_{\max}$), dan Kecuraman maksimum dari Arus Petir (di/dt).

1. Arus petir maksimum yaitu harga maksimum/puncak impulse petir(I_m)

Arus Petir maksimum (I_m) menentukan tinggi tegangan jatuh (U_m) pada tahanan pentanahan obyek yang disambar, Rumus:

$$U_m = I_m \times R \text{ (Volt)}$$

Dimana:

I_m = Arus petir puncak atau maksimum;

R = Tahanan tanah

Akibat dari parameter ini akan menimbulkan tegangan jatuh dan perbedaan tegangannya dapat merusak perangkat. Arus puncak tersebut dapat juga digunakan untuk menentukan tingkat proteksi yang akan digunakan atau dipilih dalam perhitungan jari-jari metode bola gelinding. Salah satu contoh kasus yang diakibatkan oleh parameter ini adalah peristiwa sambaran Petir STO Simpang Lima Semarang 25 Desember 1995 jam 16.00 WIB.

2. Muatan petir atau muatan total (Q)

Muatan (Q) menentukan jumlah Energi (W) yang terwujud pada titik sambaran dan setiap tempat dalam busur listrik yang menembus isolasi. Rumus:

$$Q = \int i \cdot dt$$

$$W = Q \cdot V_{a,k}$$

Dimana:

i = Arus petir

$V_{a,k}$ = Tegangan jatuh anoda, katoda

Pengaruh Q ini adalah dapat melelehkan logam dan dapat menimbulkan bunga api. Energi yang terjadi pada kaki busur listrik titik sambaran petir berbanding lurus antara muatan petir (Q) dan tegangan jatuh (V). Parameter ini berguna untuk menentukan dimensi penangkal petir. Salah satu contoh kasus akibat parameter tersebut adalah kasus kilang minyak Cilacap yang membakar panel listrik dan kabel telepon.

3. Energi spesifikasi arus petir atau kuadrat impulse dari arus (E)

Energi (E) menentukan pemanasan serta gaya impulse, Rumus:

$$E = \int i^2 dt$$

Dimana:

i = Arus petir

E = Energi yang timbul

t = waktu

Pengaruh parameter ini adalah dapat mengakibatkan efek mekanik pada sambaran dan menimbulkan kenaikan temperatur yang mengakibatkan pemanasan. Parameter ini digunakan untuk menentukan dimensi penangkal petir. Akibat sambaran ini dapat mematahkan metal, meratakan tembok, dsb. Contoh kasusnya yaitu peristiwa 8 Juni 1979 di Stasiun Bumi Cibinong, menghancurkan head penangkal petir diatas tiang antenna tingi 90 m dan yang meratakan tembok di STO Ketanggungan pada tanggal 12 Maret 1996.

4. Kecuraman maksimum dari arus petir (di/dt)

Petir juga menimbulkan tegangan induksi (U), Rumus:

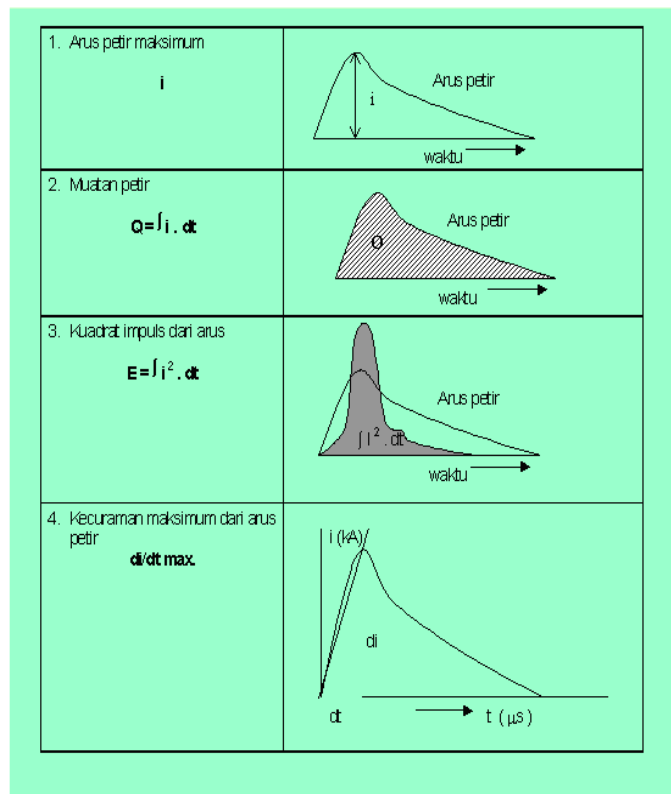
$$U = L di/dt \text{ (Volt)}$$

Dimana:

L = Induktansi metal/kabel (henry)

di/dt = laju kenaikan arus terhadap waktu/kecuraman Arus Petir.

Pengaruh Parameter ini adalah dapat menyebabkan adanya tegangan drop induktif pada konduktor yang dilalui arus (ada sifat induktif) serta adanya tegangan induktif pada rangkaian loop karena koupling magnetik. Parameter ini digunakan berkaitan dengan penentuan dimensi konduktor Pengaman Petir. Akibat dari parameter ini menimbulkan tegangan induksi dan merusak perangkat, sebagai contoh adalah peristiwa tanggal 7 April 1995 di STO Jember, petir mengakibatkan adanya loop di STDI.



Gambar 79. Parameter-parameter petir

Sumber: sahirulm.wordpress.com

Petir-petir yang berbahaya

1. St. Elmo's Fire

Petir jenis ini telah ada selama berabad-abad yang ditemukan oleh Erasmus dari Formiae atau disebut santo seorang pelaut saat

sedang berada dikapal. Fenomena ini terlihat selama badai petir ketika tanah di bawah badai bermuatan listrik dan ada tegangan tinggi di udara antara awan dan tanah.



Gambar 80. St. Elmo's Fire
Sumber: decolomb.wordpress.com

2. Boom

Boom adalah fenomena petir yang aneh dari Yunani kuno. Petir ini menyebabkan ancaman terbesar terhadap kehidupan dan bangunan. Petir ini dipicu oleh berbagai peristiwa mulai dari ledakan termonuklir untuk meluncurkan roket seperti Challenger atau Apollo 12.



Gambar 81. Boom
Sumber: decolomb.wordpress.com

3. Deadly

Di Amerika Serikat, rata-rata 58 orang dibunuh setiap tahun oleh petir deadly karena kecepatan sambarannya yang sangat tinggi. Sekitar 250 orang bertahan hidup setiap tahun setelah disambar petir *deadly*, namun sebagian besar hidup dengan bekas luka permanen.



Gambar 82. Deadly
Sumber: decoloumb.wordpress.com

4. Cloud Flashes

Cloud Flashes biasa disebut kilat awan-ke-udara (*Anvil Crawler*). Petir juga dapat melakukan perjalanan dari awan ke awan. Ketika kilat terlihat di awan pada luminositas selama bagian flash, disebut lembar pencahayaan atau intra-awan petir. Petir ini hanya berupa kilat yang panas namun suara gunturnya tidak terlalu terdengar seperti petir dari jarak jauh.



Gambar 83. Cloud Flashes
Sumber: decoloumb.wordpress.com

5. Cloud-to-sea lightning

Air adalah konduktor yang sangat baik sehingga pilihan yang tepat untuk tinggal jauh dari laut, danau dan kolam selama badai petir. Ketika badai, para pelaut berisiko terkena petir-awan ke laut. Selain angin kencang dan tinggi serta gelombang berombak maupun hujan deras, pelaut dianjurkan untuk mencari pelabuhan yang aman sampai badai berlalu dan memastikan selalu mengenakan jaket.



Gambar 84. Cloud-to-sea lightning

Sumber: decoloumb.wordpress.com

6. Re-strike

Petir ini terdiri dari 3-4 stroke (goresan) atau lebih yang dipisahkan oleh 40-50 milidetik sehingga menyebabkan efek “*stroke light*”. Stroke yang pertama adalah yang terkuat dan setiap stroke berturut-turut biasanya kembali menggunakan saluran debit diambil oleh stroke sebelumnya sampai berkepanjangan oleh gemuruh guntur yang menyerang kembali (guntur yang baru).



Gambar 85. Re-strike

Sumber: decoloumb.wordpress.com

7. Mind-blowing beauty

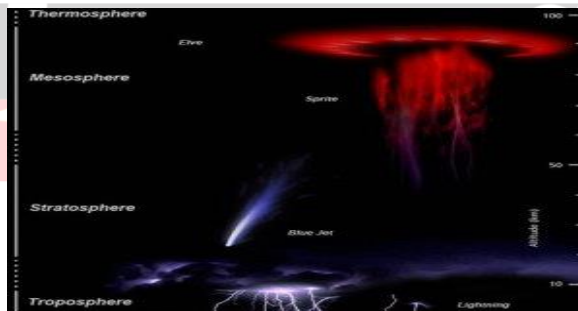
Petir Mind-blowing Beauty terjadi melalui udara dan memancarkan cahaya putih, tetapi dapat muncul sebagai warna yang berbeda tergantung pada kondisi cuaca. Karena kelembaban, kabut, debu dan sebagainya, petir ini dari kejauhan dapat muncul warna merah atau oranye dalam cara yang berbeda saat matahari terbenam.



Gambar 86. Mind-blowing beauty
Sumber: decoloumb.wordpress.com

8. Upper atmospheric lightning

Petir ini sangat istimewa walaupun jarang terlihat dengan mata telanjang dan tidak terlihat seperti flash sprite merah, biru dan elf jet. Sprite lebar, berkedip lemah dalam badai. Sprite petir muncul seperti ubur-ubur raksasa dengan cahaya merah darah-biru panjang tergantung pada tentakel. Sedangkan elfjet sempit dan tepat berada di atas badai. Elfjet lebih terang dari sprite ketika pertama kali direkam dari pesawat.



Gambar 87. Upper atmospheric lightning
Sumber: decoloumb.wordpress.com

9. Scary powerful strikes to tower, buildings

Biasanya selama badai 80% kilat terlihat di awan dan 20% di darat. Bangunan, menara, dan titik tinggi lainnya sering disambar petir, karena listrik menemukan jalan dan perlawanan terendah. Petir turun dari langit ke bawah, tetapi bagian yang bisa dilihat terlihat berasal dari bawah ke atas dan bisa menyerang tempat yang sama lebih dari sekali.



Gambar 88. Scary powerfull strikes to towers

Sumber: decoloumb.wordpress.com

10. Double lightning

Petir merupakan kekuatan alam yang mengesankan, indah, sekaligus berbahaya. Lampu kilat biru-putih cemerlang petir disebabkan oleh panas yang ekstrim. Petir lebih panas dari permukaan matahari. Petir ganda memiliki ancaman yang berganda pula.



Gambar 89. Double lightning

Sumber: decoloumb.wordpress.com

11. Multiple strikes & long exposure photos

Petir ini adalah tipe dasar awan petir yang muncul untuk membubarkan menjadi string pendek dan bercahaya seperti lampu yang berlangsung lebih lama dari biasanya. Petir terlihat agak seperti pita, hal ini terjadi dalam angin badai dengan trafik tinggi dan stroke yang telah terjadi. Angin bertiup kembali dalam satu baris ke setiap stroke, juga ke salah satu sisi belakang stroke sebelumnya sehingga menunjukkan efek dari pita. Petir staccato memiliki durasi stroke pendek, muncul sebagai flash tunggal, sangat cerah dan sering memiliki dampak yang cukup besar.



Gambar 90. Multiple strikes

Sumber: <http://decoloumb.wordpress.com/2012/03/02/petir/>

12. Rocket lightning

Rocket kilat biasanya berbentuk horizontal dan terjadi di dasar awan. Saluran luminous muncul melalui udara dengan kecepatan visual tinggi serta sering terputus-putus. Gerakan ini menyerupai gerakan roket dan petir ini adalah salah satu tipe yang paling langka.



Gambar 91. Rocket lightning

Sumbe: <http://decoloumb.wordpress.com/2012/03/02/petir/>

13. Volcanic triggered lightning

Petir ini dipicu oleh aktivitas vulkanik sehingga bukanlah petir yang sering kita lihat. Petir dapat dipicu oleh letusan gunung berapi yang sangat besar yang mengeluarkan gas dan material ke atmosfer. Jenis perantara dari ventilasi gunung berapi terkadang memiliki panjang 1,8 km lalu ada percikan petir dengan jenis jauh lebih pendek dan hanya berlangsung beberapa milidetik.



Gambar 92. Volcanic triggered lightning

Sumber: <http://decoloumb.wordpress.com/2012/03/02/petir/>

14. Sensational volcanic-lightning

Petir jenis ini menyatukan petir, api, es, dan abu yang menjadi satu. Vulkanik memicu petir hingga terdengar sesuatu seperti tembakan senapan, sementara listrik yang diproduksi menghasilkan gemuruh Panjang.



Gambar 93. Sensational volcanic-lightning

Sumber: <http://decoloumb.wordpress.com/2012/03/02/petir/>

Beberapa alat untuk mengantisipasi petir

1. Franklin Rod

Alat ini berupa kerucut tembaga dengan daerah perlindungan berupa kerucut imajiner dengan sudut puncak 1120° . Agar daerah perlindungan besar, Franklin rod dipasang pada pipa besi (dengan tinggi 1-3 meter). Makin jauh dari Franklin rod makin lemah perlindungan di dalam daerah perlindungan tersebut. Franklin rod dapat dilihat berupa tiang-tiang di bubungan atap bangunan.

2. Faraday cage

Untuk mengatasi kelemahan Franklin Rod karena adanya daerah yang tidak terlindungi dan daerah perlindungan melemah bila jarak makin jauh dari Franklin Rod-nya maka dibuat system Faraday Cage. Faraday Cage mempunyai sistem dan sifat seperti Franklin Rod, tapi pemasangannya di seluruh permukaan atap dengan tinggi tiang yang lebih rendah.

3. Ionization corona

Sistem ini bersifat menarik petir untuk menyambar ke kepalanya dengan cara memancarkan ion-ion ke udara. Kerapatan ion makin besar bila jarak ke kepalanya semakin dekat. Pemancaran ion dapat menggunakan generator listrik atau baterai cadangan (generated ionization) atau secara alamiah (natural ionization). Area perlindungan sistem ini berupa bola dengan radius mencapai sekitar 120 meter dan radius ini akan mengecil sejalan dengan bertambahnya umur. Sistem ini dapat dikenali dari kepalanya yang dikelilingi 3 bilah pembangkit beda tegangan dan dipasang pada tiang tinggi.

4. Radioaktif

Meskipun merupakan sistem penarik petir terbaik, namun sudah dilarang penggunaannya karena radiasi yang dipancarkannya dapat mengganggu kesehatan manusia. Selain itu sistem ini akan berkurang radius pengamanannya bersama waktu sesuai dengan sifat radioaktif.

DAFTAR PUSTAKA

- Aguado, E., & Burt, J. E. (2001). *Understanding weather and climate*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Ahrens, C. D., & Samson, P. (2011). *Extreme weather and climate*. Belmont, CA: Brooks/Cole.
- Aldrian, E., Karmini, M., & Budiman. (2011). *Adaptasi dan mitigasi perubahan iklim di Indonesia* (Issue 1). Jakarta: Pusat Perubahan Iklim dan Kualitas Udara, BMKG.
- Antara. (2023, January 18). Tersambar petir saat hadir pemakaman, 1 warga Halmahera Utara tewas. *DetikNews*. <https://news.detik.com/berita/d-6767331/tersambar-petir-saat-hadiri-pemakaman-1-warga-halmahera-utara-tewas>
- Azis, N. (2023, January 6). Warga Sumedang tewas tersambar petir saat betulkan selokan. *DetikJabar*. <https://www.detik.com/jabar/berita/d-6701417/warga-sumedang-tewas-tersambar-petir-saat-betulkan-selokan>
- Azizah, N. (2023, January 16). 90 pendaki Gunung Seminung Lampung tersambar petir, satu meninggal dunia. *Republika*. <https://news.republika.co.id/berita/ru0f8d463/90-pendaki-gunung-seminung-lampung-tersambar-petir-satu-meninggal-dunia>
- Elfiah, U., & Akbar, W. R. (2022). Luka bakar mayor pada petani paska tersambar petir di sawah: Laporan kasus. *Journal of Agromedicine and Medical Sciences*, 8(3), 134–139.
- Elsyania, M., & Muliadia, R. A. (2022). Pemetaan kerapatan sambaran petir di Kota Pontianak dan Kabupaten Kubu Raya. *Prisma Fisika*, 10(3), 315–322.
- Firdaus, M. L., Nasiah, & Uca. (2021). Studi spasiotemporal sambaran petir cloud to ground di Kabupaten Gowa tahun 2017-2019. *Jurnal Environmental Science*, 3(2), 160–170.

- Ginting, Y. T., Napitupulu, J., & Pane, A. G. A. (2020). Simulasi tegangan induksi kabel akibat arus petir pada kawat penangkal petir. *Jurnal Teknologi Energi UDA*, 9(2), 115–122.
- Hajar, I., & Rahman, E. (2018). Kajian pemasangan lightning arrester pada sisi HV transformator daya unit satu Gardu Induk Teluk Betung. *Energi & Kelistrikan*, 9(2), 168–179. <https://doi.org/10.33322/energi.v9i2.42>
- Hakim, M. (2022). *Penafsiran ayat-ayat Al-Qur'an tentang fenomena turunnya hujan dan petir*. Institut Agama Islam Negeri Syekh Nurjati Cirebon.
- Harsono, B. B. S. D. A., Purnomoadi, A. P., & Pramana, P. A. A. (2021). Karakteristik petir Indonesia dan penggunaannya dalam evaluasi unjuk kerja saluran udara 150 kV saat terjadi sambaran petir. *Jurnal Technopreneur (JTech)*, 9(1), 46–53. <https://doi.org/10.30869/jtech.v9i1.726>
- Hasibuan, H. F. (2022). *Petir dalam perspektif Al-Qur'an dan relevansinya terhadap ilmu pengetahuan alam petir*. Institut PTIQ Jakarta.
- Holle, R. L. (2015). Annual rates of lightning fatalities by country. *20th International Lightning Detection Conference*, 1–14. http://es.vaisala.com/Vaisala%20Documents/Scientific%20papers/Annual_rates_of_lightning_fatalities_by_country.pdf
- Karta, A. (2020). Analisis kebutuhan sistem proteksi sambaran petir pada gedung bertingkat. *Jurnal Teknik Elektro*, 9(3), 773–780.
- Lusiani. (2019). Prediksi bentuk awan berdasarkan kriteria curah hujan di perairan Cilacap. *Jurnal Saintara*, 3(2), 60–66.
- Masruri, M. F. I., & Rahmadini, H. N. (2018). Frekuensi sebaran petir pada kejadian hujan ekstrem di Stasiun Meteorologi Citeko. *Seminar Nasional Geomatika*, 2, 333. <https://doi.org/10.24895/sng.2017.2-0.428>
- Nursalikah, A., & Handayani, L. S. (2023, February 4). Tiga petani Indramayu tewas tersambar petir saat panen padi. *Republika*.

<https://news.republika.co.id/berita/ru4zev366/tiga-petani-indramayu-tewas-tersambar-petir-saat-panen-padi>

- Purnama, F., & Sitanggang, H. (2023, March 1). Nelayan tewas tersambar petir saat melaut. *Antara Lampung*. <https://lampung.antaranews.com/berita/672396/nelayan-tewas-tersambar-petir-saat-melaut>
- Rakov, V. A., & Uman, M. A. (2003). *Lightning physics and effects*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Riqmawatin, S. R., & Intan, P. K. (2020). Analisa pemetaan daerah rawan sambaran petir di wilayah Kabupaten Pasuruan dengan menggunakan metode simple additive weighting. *Jurnal Mahasiswa Matematika Algebra*, 1(1), 198–210. <https://core.ac.uk/download/pdf/329047561.pdf>
- Suryadi, A., Munthe, B., & Asmoro, P. T. (2022). Rancangan instalasi penangkal petir sebagai trainer pembelajaran sistem proteksi. *Jurnal Ramatekno*, 1(1), 43–50.
- Wahjudi, D. (2014). Mengatasi bahaya petir dan proteksi petir gedung bertingkat. *Teodolita*, 15(2), 57–70.
- Woropalupi, N. (2023, December). Informasi sambaran petir bulan Desember 2023. *BMKG*. <https://www.bmkg.go.id/geofisika-potensial/peta-sambaran-petir.bmkg?p=informasi-sambaran-petir-bulan-desember-2023&tag=&lang=ID>
- Zauqi, A. K. (2023). *Petir dan kilat dalam Al-Qur'an (Analisis semiotika Ferdinand de Saussure)*. Universitas Islam Negeri Kiai Haji Achmad Siddiq Jember.
- Zulkifri, & Sholikhah, S. K. (2023). Dampak kilat terhadap penglihatan manusia perspektif Al-Qur'an dan sains. *Tanzil: Jurnal Studi Al-Qur'an*, 5(2), 171–182.
- Sam, W. (2013). *Enigma: Mengungkap fakta-fakta misterius paling fenomenal di dunia*. Jakarta: PT Tangga Pustaka.

- Wolke, R. L. (2004). *Einstein aja nggak tahu!: Penjelasan ilmiah tentang peristiwa sehari-hari*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- NASA. (2001). Where lightning strikes. NASA Science. http://science.nasa.gov/science-news/science-at-nasa/2001/ast05dec_1/
- NASA. (2003). Surprise! Lightning has big effect on atmospheric chemistry. NASA. https://www.nasa.gov/vision/earth/environment/archives/HP_ILP_Feature_07_prt.html
- Liputan6. (2016, September 22). 6 peristiwa mematikan di dunia akibat sambaran petir. *Liputan6*. <https://www.liputan6.com/citizen6/read/2603163/6-peristiwa-mematikan-di-dunia-akibat-sambaran-petir?page=6>
- Islampos. (2020, May 17). 5 peristiwa mengerikan akibat sambaran petir di dunia. *Islampos*. <https://www.islampos.com/5-peristiwa-mengerikan-akibat-sambaran-petir-di-dunia-176944/>
- Viking ESE. (2023). Jenis-jenis petir. <https://vikingese.com/knowledge/petir/jenis-jenis-petir/>
- Kaskus. (2016, August). Manfaat petir bagi kehidupan. *Kaskus Hot Threads*. <https://kaskushotthreads78.blogspot.com/2016/08/manfaat-petir-bagi-kehidupan.html>

GLOSARIUM

Awan Cumulonimbus

Jenis awan yang berperan penting dalam pembentukan petir.

Listrik Statis

Akumulasi muatan listrik pada permukaan benda yang dapat menyebabkan fenomena seperti petir.

Penangkal Petir

Alat yang digunakan untuk melindungi bangunan dari sambaran petir.

Gelombang Bunyi

Getaran yang merambat melalui medium seperti udara, menghasilkan suara.

Muatan Negatif

Elektron yang memiliki muatan listrik negatif.

Petir Bola

Fenomena petir yang berbentuk seperti bola bercahaya yang muncul setelah sambaran petir.

Petir Panas

Sambaran petir yang tidak menimbulkan suara gemuruh.

Petir Sprei

Petir yang tampak seperti kain tipis bercahaya di langit.

Volcanic-Lightning

Petir yang terjadi selama letusan gunung berapi.

Red Sprite

Fenomena cahaya merah di atmosfer yang dihasilkan oleh sambaran petir.

Blue Jets

Cahaya biru yang menjulur dari puncak awan badai menuju stratosfer.

Elves

Cahaya berwarna merah atau biru di ionosfer yang disebabkan oleh sambaran petir.

Gelombang Elektromagnetik

Gelombang yang dihasilkan oleh pergerakan muatan listrik.

Kondensasi

Proses perubahan uap air menjadi cairan, yang berperan dalam pembentukan awan.

Siklus Hidrologi

Siklus pergerakan air di bumi, mulai dari evaporasi hingga presipitasi.

Ekuator

Garis imajiner yang membagi bumi menjadi dua belahan, utara dan selatan.

Listrik Arus Searah

Listrik yang mengalir dalam satu arah.

Medan Listrik

Ruang di sekitar muatan listrik yang dapat mempengaruhi muatan lain.

Petir Intra-Cloud

Petir yang terjadi antar awan.

Lightning Detector

Alat untuk mendeteksi keberadaan petir.

INDEKS

Awan Cumulonimbus

3, 8, 9, 10,11, 23, 24, 27,
33,36,37,67, 69, 73

Blue Jets

47, 52

Elves

47,53

Energi Cahaya

14, 77

Fenomena Alam

1, 6, 63

Gelombang Bunyi

39

Kondensasi

16,29,36,117

Lightning Detector

56-57

Listrik Statis

35,107

Medan Listrik

37,52,117

Muatan Negatif

6,10,36,37,41-43,45,60,73,116

Penangkal Petir

5, 6, 40, 72-74, 76-81, 107-109,
110, 121

Pencegahan Bahaya Petir

107,109

Petir Bola

47

Petir Panas

48

Red Sprite

52

Siklus Hidrologi

14

Volcanic Lightning

56

TENTANG PENULIS

Dhea Febriya, S.Pd., M.Pd bekerja sama dengan Prof. Desnita, M.Si., dari Universitas Negeri Padang untuk menulis buku pengayaan ini. Buku ini dirancang untuk memperdalam pengetahuan siswa tentang petir, serta bahaya dan pencegahannya, dengan tujuan meningkatkan literasi sains dan lingkungan di kalangan pelajar SMA. Buku ini mencakup berbagai topik seperti pembentukan awan, proses terjadinya petir, jenis-jenis petir, hingga dampak dan pencegahan sambaran petir. Melalui karya ini, penulis berharap dapat memberikan manfaat yang luas kepada siswa dan masyarakat, terutama dalam memahami dan mengantisipasi bahaya petir, serta meningkatkan literasi sains dan kesadaran lingkungan.



Prof. Dr. Desnita, M.Si.

Seorang dosen tetap Departemen Fisika FMIPA Universitas Negeri Padang yang lahir di Lintau Buo Kabupaten Tanah Datar pada Tanggal 08 Desember 1959. Menyelesaikan S1 Pendidikan Fisika IKIP Padang tahun 1983, Magister Fisika ITB tahun 1997, dan Doktor PKLH Universitas Negeri Jakarta tahun 2010.



Dhea Febriya, S.Pd., M.Pd., Gr.

Seorang guru di SD IT As-Salamah yang lahir di Sumber Agung, Kecamatan Margo Tabir, Kabupaten Merangin, Provinsi Jambi pada tanggal 1 Februari 2001. Menyelesaikan S1 Tadris Fisika Di UIN Sulthan Thaha Saifuddin Jambi tahun 2022, Magister Pendidikan Fisika di UNP tahun 2024, dan pendidikan profesi guru di Universitas Jambi tahun 2025.

RINGKASAN ISI BUKU

Petir merupakan peristiwa yang terjadi di atmosfer bumi, biasanya menjelang hujan, saat gerimis, atau beberapa saat setelah hujan. Petir sudah dianggap biasa bagi bangsa Indonesia, karena begitu seringnya kejadian petir di negara ini. Secara ilmiah petir terjadi karena beda potensial listrik yang sangat besar (diperkirakan 10 sampai 15 juta volt). Bumi menjadi sasaran petir karena bumi dikenal sebagai penyerap muatan terbesar, atau memiliki potensial listrik nol. media yang dipilih petir untuk masuk ke bumi adalah sesuatu yang lebih tinggi dari lingkungan sekitarnya dengan ukuran permukaan paling kecil.

Petir disebabkan oleh awan, namun tidak semua jenis awan menimbulkan petir. Awan yang menimbulkan petir disebut Cumulonimbus yang dikenal juga dengan nama awan badai. Saat kejadian petir, terjadi tumbukan dan gesekan antar partikel air dan es, yang berakibat terbentuknya ion di atmosfer, yang menimbulkan beda potensial sangat besar, pada ketinggian 1-15 km dpl. Terlihat kilat saat petir, karena loncatan muatan listrik yang sangat besar.

Tidak semua petir sampai ke bumi, karena sebagiannya hanya terjadi antar awan. Petir yang sampai ke bumi memilih pohon yang menjulang tinggi, terutama yang memiliki ujung runcing seperti Kelapa dan Aren sebagai media. Tidak jarang petir menyambar orang yang sedang di lapangan terbuka menjadir, karena kepala orang tersebut yang tertinggi di lapangan terbuka.

Masyarakat perlu tahu kapan biasanya petir terjadi, hindari sambaran petir dengan cara tidak berada di lapangan terbuka saat petir terjadi. jangan berlindung di bawah pohon tertinggi apalagi yang ujungnya runcing. jangan berada di dekat tiang listrik, telepon, atau tiang bendera saat petir. Hindari juga beraktivitas yang menggunakan alat yang ujungnya berpenampang kecil seperti memancing.

Petir tidak hanya membawa petaka bagi bumi dan isinya. Karena kejadian petir dapat menambal lapisan ozon yang sudah rusak. penambalan lapisan oleh petir menimbulkan kenyamanan kita di bumi. mari syukuri juga petir.