

## Sains di Balik Fenomena Petir dan Solusi Penangkal Petir

Lathifa Khairani<sup>1</sup>, Merianti<sup>2</sup>, Desnita<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Magister Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Padang

e-mail: [lathifak02@gmail.com](mailto:lathifak02@gmail.com)<sup>1</sup>, [merianti95@guru.sma.belajar.id](mailto:merianti95@guru.sma.belajar.id)<sup>2</sup>,  
[desnita@fmipa.unp.ac.id](mailto:desnita@fmipa.unp.ac.id)<sup>3</sup>

### Abstrak

Indonesia terletak di garis khatulistiwa yang memiliki dua musim yaitu musim kemarau dan musim hujan. Fenomena yang sering kali terjadi di saat musim hujan yakni petir. Petir dapat menyebabkan berbagai masalah bagi manusia dan bangunan yang dilaluinya. Tujuan penulisan ini adalah untuk mengkaji tentang fenomena petir dan penangkal petir. Metode yang digunakan dalam penulisan ini yaitu *literature review*. Hasil kajian memperlihatkan bahwa frekuensi terjadinya petir di Indonesia sangat sering terjadi, objek yang dilalui oleh petir, dampak yang ditimbulkan, dan tindakan pencegahan. Kajian ini dapat dijadikan sebagai bahan belajar bagi pendidik dan guru dalam mempelajari fenomena petir dan penangkal petir sehingga lebih waspada terhadap ancaman petir.

**Kata Kunci :** *Fenomena Petir, Penangkal Petir*

### Abstract

Indonesia is located on the equator which has two seasons, namely the dry season and the rainy season. A phenomenon that often occurs during the rainy season is lightning. Lightning can cause various problems for humans and buildings in its path. The purpose of this paper is to examine the phenomenon of lightning and lightning rods. The method used in this writing is literature review. The results of the study show that the frequency of lightning in Indonesia is very frequent, the objects that lightning passes through, the impacts caused, and the preventive measures. This study can be used as learning material for educators and teachers in studying the phenomenon of lightning and lightning rods so that they are more aware of the threat of lightning.

**Keywords :** *Lightning Phenomenon, Lightning Rod*

### PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang berada pada garis khatulistiwa. Seluruh wilayah yang dilewati garis khatulistiwa memiliki iklim tropis. Indonesia memiliki dua musim, yaitu musim kemarau dan musim hujan. Curah hujan di wilayah ini juga tergolong tinggi, begitu pula suhu dan kelembapan udara rata-rata harian di wilayah ini tergolong tinggi (Iskandar,

2019). Curah hujan yang tinggi, sekitar 1.000 hingga 4.000 per tahunnya (Yunike, et al., 2023). Curah hujan yang tinggi ini disebabkan oleh dua hal, yaitu: 1) terletak di khatulistiwa yang banyak terjadi hujan zenithal; 2) angin muson barat yang banyak mengandung uap air (Sawaswati & Widaningsih, 2008).

Fenomena alam yang sering terjadi saat musim hujan yaitu munculnya kilatan cahaya sesaat atau yang dikenal sebagai petir. Petir terbentuk dari awan Cumulonimbus. Petir akan terjadi jika awan Cumulonimbus terdapat: 1) kelembapan udara (*humidity*); 2) pergerakan udara ke atas yang menyebabkan ketidakstabilan (*instability*); 3) partikel menyerap air (*hygroscopis*) (Prasetijo, 2023). Petir merupakan loncatan muatan-muatan listrik dari awan dalam jumlah yang sangat besar ke bumi. Terkait dengan kemampuan bumi menyerap muatan petir, bumi dikenal sebagai benda yang memiliki potensial nol. Artinya sebesar apa pun muatan yang dibawa oleh petir baik positif maupun negatif mampu diserap oleh bumi (Wulandari, Putra, & Rizqi, 2023).

Petir dapat berasal dari muatan positif ataupun dari muatan negatif, baik dari tanah ke awan ataupun dari awan ke tanah serta dari awan ke awan lainnya. Proses terjadinya karena muatan pada awan bergerak terus menerus secara teratur, dan selama pergerakan ini terjadi interaksi dengan awan lainnya sehingga muatan negatif akan berkumpul pada salah satu sisi, dan muatan positif juga berkumpul pada sisi sebaliknya, dengan demikian terbentuklah dua sisi dengan muatan yang berbeda (Hidayat, 2023).

Petir dapat menyebabkan masalah serius bagi manusia, seperti kerusakan struktural, kebakaran, kerusakan peralatan elektronik, dan bahkan kematian. Saat berada di dalam perangkat elektronik, tegangan tinggi akibat petir tidak langsung merusaknya namun dapat mempersingkat masa pakai perangkat tersebut (Prasetijo, 2023). Berdasarkan IEC 62305 sumber kerusakan akibat petir antara lain sambaran langsung ke bangunan, sambaran ke tanah dekat bangunan, sambaran ke utilitas memasuki bangunan, sambaran dekat utilitas memasuki bangunan. Kemudian tipe kerusakan yang ditimbulkan adalah cedera pada manusia, kerusakan fisik (loncatan api, ledakan, dan lain-lain), kerusakan sistem internal dan terakhir merupakan tipe kerusakan besar dan risiko yang berhubungan dengan kehilangan nyawa manusia. Kerusakan lain adalah adanya kerusakan pada servis publik (fasilitas umum), kerusakan pada monumen bersejarah atau peninggalan budaya dan kerusakan lain yang bersifat ekonomis (Firdaus, Nasiah, & Uca, 2021; Iskandar H. R., 2020).

Petir juga sering kali ditakuti oleh manusia karena banyaknya kejadian manusia yang tersambar petir (Firdaus, Nasiah, & Uca, 2021). Hal ini menunjukkan bahwa masih kurangnya pemahaman masyarakat terhadap petir seperti tidak menghentikan aktivitas saat terjadi petir, berlindung di bangunan pencakar langit atau di bawah pohon yang tinggi, dan lain-lain. Perlu diketahui sasaran petir adalah pohon atau bangunan yang tinggi. Pohon yang sering menjadi sambaran petir adalah pohon kelapa, sedangkan bangunan bertingkat sering menjadi sasaran sambaran petir. Oleh karena itu hendaknya agar lebih berwaspada jika petir sedang berlangsung. Untuk menghindari gangguan petir, biasanya di atas bangunan-bangunan tinggi dipasang penangkal petir (Purnayenti, 2019).

Alat penangkal petir terbuat dari sebatang logam tembaga dengan bagian atas runcing yang dihubungkan ke bumi dengan kabel logam (Abdullah, Saktiyono, & Lutfi, 2006). Penangkal petir ditempatkan pada bagian atap bangunan kemudian dihubungkan ke tanah

melalui kawat pembumian yang dipasang pada bagian sisi bangunan tersebut. Di dalam bangunan tersebut terdapat instalasi listrik yang menyalurkan daya listrik untuk semua peralatan listrik yang dipergunakan dalam bangunan tersebut (Ginting, Napitupulu, & Pane, 2020). Untuk menciptakan proteksi petir yang optimal diperlukan pengetahuan tentang segala hal mengenai petir itu sendiri dan juga proteksi petir yang akan digunakan.

Sistem proteksi petir pada suatu bangunan terdiri dari dua bagian yaitu sistem proteksi internal dan eksternal. Sistem proteksi internal berguna untuk melindungi area dalam gedung seperti peralatan elektronik dari tegangan lebih yang berasal dari sambaran petir. Sebaliknya sistem proteksi eksternal membuat risiko sambaran langsung pada bangunan tidak terlalu memberikan dampak kerusakan yang fatal (Karta, 2020; Nasution, Putri, & Ikhsan, 2024). Dengan adanya alat penangkal petir ini diharapkan dapat meminimalisir kerusakan-kerusakan yang diakibatkan oleh petir. Sifat penangkal petir yaitu menarik kilatan petir dan mengalirkan arus listrik yang dihasilkan oleh petir ke tanah sehingga akan menghindari kerusakan pada bangunan dan juga kerusakan peralatan elektronik di dalam ruangan akibat sambaran petir (Ginting, Napitupulu, & Pane, 2020).

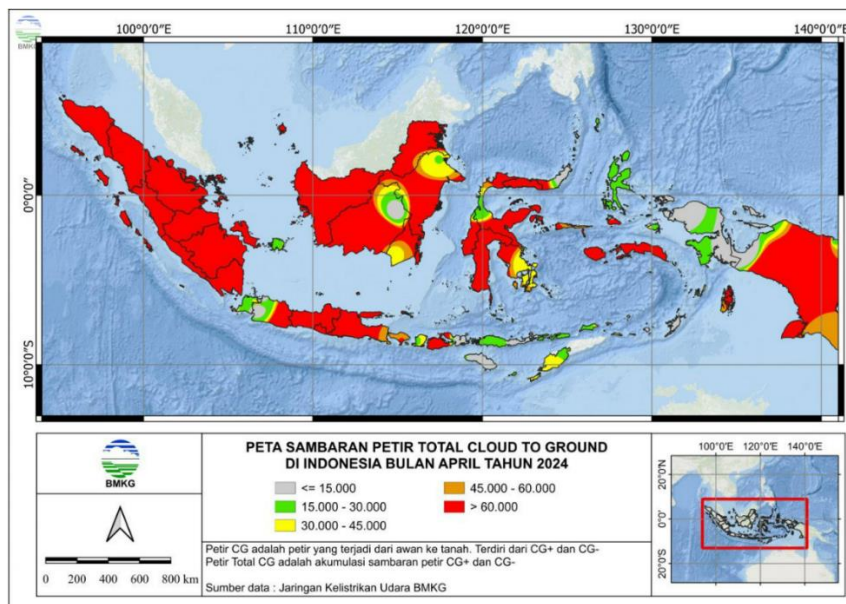
## **METODE**

Metode penelitian menggunakan *literature review*. Studi kepustakaan menggunakan penelitian dengan cara mempelajari dan membaca literatur-literatur yang ada hubungannya dengan permasalahan yang menjadi obyek penelitian. Studi pustaka dilakukan dengan mempelajari seluruh aspek teoritis dari berbagai referensi untuk memperoleh rumusan dan standar-standar yang digunakan dalam topik ini (Rohani & Yuniarti, 2017; Riswanto, et al., 2023). Sumber-sumber tulisan berasal dari jurnal dan buku yang relevan dengan topik penulisan (Tumurang, 2024). Hasil kajian dianalisis menggunakan analisis deskriptif untuk menjelaskan tentang fenomena petir dan penangkal petir.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Frekuensi Terjadinya Petir**

Tingkat hari guruh di Indonesia dapat mencapai lebih dari 200 hari guruh per tahun (Narut, Wahid, & Sumawan, 2018), sedangkan negara lain seperti Brasil mencapai 140 hari, Amerika Serikat dengan 100 hari, dan Afrika Selatan hanya 60 hari (Firdaus, Nasiah, & Uca, 2021). Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika mencatat paling banyak kejadian petir terjadi di wilayah Jawa Barat sekitar selama April 2024. Berdasarkan data BMKG kejadian petir yang diperoleh pada April 2024, daerah dengan tingkat sambaran petir tertinggi adalah wilayah Kabupaten Bandung Barat, Kabupaten Sumedang, dan Kabupaten Cianjur (BMKG, 2024). Dapat dilihat pada gambar berikut:



**Gambar 1. Peta Kerapatan Sambaran Petir CG di Indonesia Tahun 2024 (BMKG, 2024)**

Menurut catatan yang diperoleh BMKG Stasiun Geofisika Bandung, tercatat sebanyak 1.651.177 kali petir menyambar berbagai wilayah di Jabar selama Maret 2024 (BMKG, 2024). Pelepasan muatan dari awan ke permukaan tanah atau *Cloud to Ground* (CG) jenis sambarannya yaitu terjadi berulang-ulang dan bercabang-cabang. Petir tipe ini terjadi akibat induksi medan listrik positif (+) di permukaan bumi dengan bagian pusat awan yang bermuatan negatif (-) (Paski, Permana, & Pertiwi, 2017; Narut, Wahid, & Sumawan, 2018).

### **Objek-Objek yang Sering Menjadi Sasaran Sambaran Petir**

Sambaran petir dibagi atas sambaran langsung dan sambaran tidak langsung. Sambaran langsung adalah sambaran yang langsung ke benda atau objek sambaran, sedangkan sambaran tidak langsung adalah sambaran melalui radiasi, konduksi, atau induksi gelombang elektromagnetik petir (Narut, Wahid, & Sumawan, 2018). Petir dapat menyambar objek-objek tinggi serta permukaan lapang, seperti pepohonan tinggi, tower, bangunan tinggi, sawah, dan tanah lapang (Firdaus, Nasiah, & Uca, 2021; Wahyono & Su'udy, 2021; Monika, Aji, Saputra, & Evvalio, 2023).

### **Dampak/Kerusakan yang Diakibatkan Oleh Petir**

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. Sekecil apa pun intensitas kejadian petir di suatu wilayah, tetap dapat mengancam kehidupan manusia sehingga sambaran petir CG sangat

berbahaya dan dapat menjadi ancaman bagi masyarakat (Firdaus, Nasiah, & Uca, 2021). Petir memiliki intensitas listrik antara 100 dan 300 juta volt yang menghasilkan suhu panas hingga  $8000^{\circ}\text{C}$ - $300.000^{\circ}\text{C}^2$ . kekuatan inilah yang dapat mengancam keselamatan manusia jika berkontak secara langsung yang dapat mengakibatkan luka bakar, detak jantung tidak normal (disritmia jantung), irama jantung yang sangat cepat (fibrilasi ventrikel) dari keadaan tersebut dapat memicu serangan jantung dan kerusakan pada organ tubuh (Zulfikri & Sholikhah, 2023). Akibat sambaran petir dapat menyebabkan dampak negatif seperti kerusakan pada bangunan dan perangkat elektronik (Karta, 2020), pohon tumbang, mengancam keselamatan jiwa (Firdaus, Nasiah, & Uca, 2021; Karta, 2020), bahkan kerusakan harta benda (Narut, Wahid, & Sumawan, 2018).

## Tindakan-Tindakan Preventif dan Kuratif Bahaya Petir

### 1. Tindakan Preventif Bahaya Petir

Untuk menghindari risiko akibat sambaran petir maka dirancang sistem penangkal petir (Suharto, Nisworo, & Trihasto, 2021; Andriani, 2024) serta pentanahannya (Saragih, Siburian, & Purba, 2020). Sistem penangkal petir dikenal ada bermacam-macam namun pada dasarnya memiliki prinsip kerja yang sama yaitu menangkap, menyalurkan dan menampung petir (Duanaputri, Joto, Wibowo, & Prasetyo, 2021).

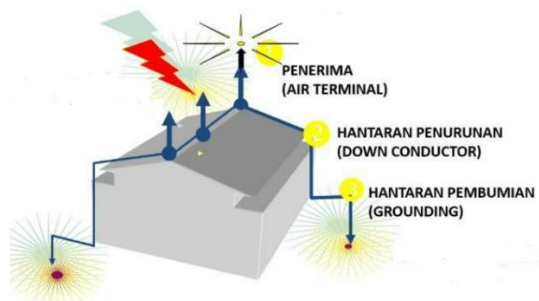
#### a. Perangkat Petir Konvensional

Perangkat sederhananya yang lazimnya hanya menunggu datangnya petir untuk menyambar ujung penangkal. Prinsip kerjanya menangkap petir secara pasif. Berbentuk seperti tiang yang runcing diujungnya dan membutuhkan kabel konduktor. Karena bersifat pasif, bangunan dengan area yang luas kerap menggunakan beberapa penangkal/finial sekaligus di atapnya (Duanaputri, Joto, Wibowo, & Prasetyo, 2021; Nasution, Putri, & Ikhsan, 2024; Ginting, Napitupulu, & Pane, 2020). Contoh alat penangkal petir yang digunakan yaitu (Biantoro, Wijaya, & Janardana, 2020):

- 1) Franklin Rod : Penangkal petir yang menggunakan 1 tombak sebagai penghantarnya dan digunakan pada atap lancip.
- 2) Faraday Cage : Penangkal petir yang menggunakan lebih dari satu rod dan dibuat menyerupai sangkar burung.

#### b. Penangkal Petir Elektrostatis (E.F *Lightning Protection*)

Menggunakan sistem E.S.E (*Early Streamer Emission*) yang lebih aktif dalam menangkap petir. Perangkat ini memiliki satu elemen tambahan, yaitu *head terminal* yang berisi muatan listrik statis pada bagian ujung finial (*splitzen*) *Head* dapat menyimpan ion-ion positif dalam jumlah besar yang berasal dari dalam bumi. Ibarat magnet, *head* ini akan menarik ion-ion tersebut menghasilkan petir yang dahsyat. Lebih ideal untuk bangunan dengan area luas karena bisa menjangkau radius lebih dari 50-150 m (Duanaputri, Joto, Wibowo, & Prasetyo, 2021; Ginting, Napitupulu, & Pane, 2020; Ermawati & Arya, 2021; Karsun, Rozak, & Nurhadi, 2023). Komponen dari penangkal petir jenis elektrostatis yakni batang (*air terminal*), kabel, dan *grounding* (Nasution, Putri, & Ikhsan, 2024). Salah satu penangkal petir yang banyak digunakan yaitu radius proteksi penangkal petir Evo Franklin (Biantoro, Wijaya, & Janardana, 2020). Penangkal petir E.F dapat dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 2. Sistem Penangkal petir E. F**

c. Penangkal Petir Radioaktif

Penangkal petir tipe radioaktif ini hampir sama dengan jenis penangkal petir elektrostatis, yakni dengan cara melepas ion ke udara agar petir menyambar bagian puncak. Penangkal petir menggunakan zat radioaktif yaitu radium 226 dan amaris 241 untuk melepaskan ion ke udara. Namun pemakaian senyawa tersebut dianggap berbahaya dan bisa mencemari lingkungan, oleh karena itu penggunaannya sekarang banyak dilarang (Nasution, Putri, & Ikhsan, 2024).

**2. Tindakan Kuratif Bahaya Petir**

Sambaran petir secara tidak langsung umumnya menyebabkan luka bakar (Saputra, 2023). Penanganan yang diberikan mengacu kepada penanganan luka bakar listrik dengan terapi awal yang dilakukan berupa resusitasi cairan terhadap luka bakar. Perawatan diawali dengan membersihkan luka menggunakan cairan antiseptik selanjutnya dilakukan perawatan tertutup dengan tulle dan kasa tebal (Elfiah & Akbar, 2022).

**Petir Sebagai Salah Satu Sumber Belajar Fisika**

Pembelajaran fisika mempelajari tentang fenomena alam pada tingkat dasar yang logikanya sangat masuk akal karena sesuai dengan pengalaman kehidupan sehari-hari, sedangkan pada tingkat lanjut fisika dapat dimanfaatkan untuk memprediksi perilaku alam atau gejala alam yang akan terjadi (Rusli, Kendek, & Saehana, 2020). Pembelajaran fisika perlu diintegrasikan dengan materi fenomena alam. Salah satu fenomena alam yang dapat diamati adalah petir. Pendidikan tentang petir dan keselamatan petir harus menjadi prioritas bagi pemerintah maupun rakyat biasa (Fadiendy & Fauzi, 2021).

Salah satu fenomena yang berkaitan dengan materi arus listrik dan gelombang bunyi yaitu fenomena petir. Petir biasanya muncul sesaat sebelum hujan dan saat hujan. Sebelum kita mendengar suara gemuruh di langit, kita sekilas melihat cahaya kilat menyambar permukaan bumi. Cahaya kilat yang disertai suara maha besar terkadang membuat merinding (Monica, 2023). Orang yang pertama kali menyatakan bahwa petir merupakan listrik statis adalah Benjamin Franklin pada tahun 1700. Dalam penyelidikannya, dia mengungkapkan bahwa listrik statis dapat bergerak lebih cepat pada bahan-bahan tertentu dan permukaan runcing lebih banyak menarik elektron dari permukaan datar (Wariyono & Muharomah, 2008). Pada saat musim hujan, keadaan udara mengandung kadar air yang lebih tinggi, yang dapat membuat daya isolasinya turun sehingga arus atau muatan listrik lebih mudah untuk mengalir (Monica, 2023).

Peristiwa petir merupakan peristiwa listrik statis yang menghasilkan energi listrik yang besar. Besarnya sampai jutaan volt sehingga pohon yang tersambar petir dapat langsung terbakar dan mati (Rachmat, 2019). Di seluruh dunia, tiap detiknya terjadi sekitar 100 kali kilatan petir. Petir di bumi mempunyai efek yang mematikan. Sebuah kilatan petir dapat mengalirkan energi yang sangat tinggi. Karena energi yang besar inilah, suhu kilatan petir bisa mencapai 28.000°C. Suhu di permukaan matahari saja hanya seperlimanya. Hal ini membuat udara di sekeliling suatu kilatan petir memanas tiba-tiba. Mengembangnya udara ini menimbulkan gelombang bunyi yang sangat keras yang disebut guntur (Surya, 2008).

Pada saat terjadinya petir, kita terlebih dahulu melihat kilatan cahaya. Beberapa saat kemudian bunyi gemuruh dari petir baru terdengar. Sebenarnya, kilatan bunyi petir muncul pada saat yang bersamaan. Namun, kilatan petir merambat dalam bentuk gelombang cahaya, sedangkan bunyi merambat dalam bentuk gelombang bunyi. Karena bunyi mencapai pengamat lebih lambat daripada cahaya (Abdullah, 2006).

## SIMPULAN

Fenomena petir sering kali terjadi di Indonesia saat musim hujan sedang berlangsung. Frekuensi terjadinya petir juga sangat beragam. Objek yang sering kali menjadi sasaran sambaran petir yaitu pepohonan, tanah lapang, dan juga bangunan. Petir juga dapat menjadi ancaman bagi manusia. Efek yang didapatkan jika manusia tersambar petir yaitu luka bakar. Tindakan pencegahan yang dapat dilakukan jika petir menyambar bangunan yaitu dengan memasang penangkal petir untuk mencegah bahaya risiko yang ditimbulkan. Tindakan pencegahan yang dapat dilakukan jika terjadi sambaran pada manusia yaitu dengan melakukan perawatan pada area yang terkena sambaran petir. Artikel ini juga dapat dijadikan sebagai bahan belajar mengenai fenomena petir dan penangkal petir agar dapat menghindari bahaya yang diakibatkan oleh petir.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M. (2006). *IPA FISIKA 2*. Erlangga: Sumatera Barat.
- Abdullah, M., Saktiyono, & Lutfi. (2006). *IPA TERPADU*. Erlangga: Jakarta.
- Andriani, D. S. (2024). Evaluasi Sistem Proteksi Penangkal Petir Pada Bangunan Power House Bandara Sams Sepinggian. *Masaliq Jurnal Pendidikan dan Sains*, 479-487.
- Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika, 2024
- Biantoro, K., Wijaya, I. W., & Janardana, I. G. (2020). Pemilihan Jenis Penangkal Petir Untuk Mengamankan Area Gedung Beserta Peralatan Pada Perumahan Nusa Dua Highland. *Jurnal Spektrum*, 131-137.
- Duanaputri, R., Joto, R., Wibowo, S. S., & Prasetyo, F. N. (2021). Perencanaan Instalasi Penangkal Petir Pada Bangunan Industri Bengkel Pembuatan Mesin CV. Karya Brawijaya. *Jurnal Sistem Kelistrikan*, 92-97.
- Elfiah, U., & Akbar, W. R. (2022). Luka Bakar Mayor Pada Petani Paska Tersambar Petir di Sawah: Laporan Kasus. *Journal of Agromedicine and Medical Sciences*, 134-139.
- Ermawati, & Arya, E. H. (2021). Perencanaan Penangkal Petir di Gedung Sekolah Tinggi Teknologi Pekanbaru. *Surya Teknika*, 320-326.

- Fadiendy, N., & Fauzi, A. (2021). Validitas E-Modul Fisika Terintegrasi Materi Bencana Petir Berbasis Experiential Learning. *Jurnal Penelitian dan Pembelajaran Fisika*, 17-25.
- Firdaus, M. L., Nasiah, & Uca. (2021). Studi Spasiotemporal Sambaran Petir Cloud To Ground Di Kabupaten Gowa Tahun 2017-2019. *Jurnal Enviromental Science*, 160-170.
- Ginting, Y. T., Napitupulu, J., & Pane, A. G. (2020). Simulasi Tegangan Induksi Kabel Akibat Arus Petir Pada Kawat Penangkal Petir. *Jurnal Teknologi Dua*, 115-122.
- Hidayat, T. (2023). *Tanya Jawab Sains: Fenomena Alam*. Yogyakarta: Cahaya Harapan.
- Iskandar, D. (2019). *Ensiklopedia Seri Cuaca dan Iklim Jilid 1*. Jawa Tengah: ALPRIN.
- Iskandar, H. R. (2020). *Praktis Belajar Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. Yogyakarta: Deepublish.
- Karsun, Rozak, O. A., & Nurhadi, M. Z. (2023). Penggunaan Elektrostatis Sebagai Proteksi Petir PLTS On-Grid Pada Gedung B Universitas Pamulang. *JITET (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan)*, 1087-1092.
- Karta, A. (2020). Analisis Kebutuhan Sistem Proteksi Sambaran Petir Pada Gedung Bertingkat. *Jurnal Teknik Elektro*, 773-780.
- Lubis, Z., Aryza, S., & Annisa, S. (2019). Metode Terbaru Perancangan Proteksi Petir Eksternal Pada Pembangkit Listrik. *Jurnal of Electrical Technology*, 26-34.
- Monica, S. (2023). *Tanya Jawab Sains: Fenomena Alam*. Yogyakarta: Cahaya Harapan.
- Monika, D., Aji, A. D., Saputra, A., & Evvalio, N. (2023). Perbaikan Sistem Pembumian Pada Body Transformator Daya Kapasitas 150 kVA Gardu Pasang Luar. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro*, 6-11.
- Narut, F., Wahid, A., & Sumawan. (2018). Karakterisasi Persitiwa Petir Di Wilayah Kota Kupang Serta Keterkaitannya dengan Curah Hujan. *Jurnal Fisika*, 110-116.
- Nasution, F. A., Putri, R., & Ikhsan, K. (2024). Kajian Awal Penangkal Petir Pada Gedung Bertingkat Di Wilayah Bukit Indah Lhokseumawe. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 145-150.
- Paski, J. A., Permana, Y. H., & Pertiwi, D. A. (2017). Analisis Sebaran Petir Cloud To Ground (CG) Di Wilayah Jabodetabek Pada Tahun 2016. *Prosiding Seminar Nasional Fisika*, 65-72.
- Prasetijo, H. (2023). Literasi Dasar Sistem Proteksi Petir Untuk Masyarakat Desa Karangreja Purbalingga. *RENATA: Jurnal Pengabdian Masyarakat Kita Semua*, 1-5.
- Purnayenti, S. (2019). *Banjir dan Kebakaran, Bencana Klasik di Kota Besar*. Bandung: Duta.
- Rachmat, E. (2019). *Ecplore Bahasa Indonesia Jilid 2 untuk SMP/MTs Kelas VIII*. Bandung: Duta.
- Riswanto, A., Joko, Boari, Y., Taufik, M. Z., Kabanga', T., Irianto, . . . Ifadah, E. (2023). *Metodologi Penelitian Ilmiah (Panduan Praktis Untuk Penelitian Berkualitas)*. Jambi: Sonpedia Publishing Indonesia.
- Rohani, & Yuniarti, N. (2017). Evaluasi Penangkal Petir Eksternal Di Gedung Rektorat Universitas Negeri Yogyakarta. *Jurnal Edukasi Elektro*, 187-195.
- Rusli, Kendek, Y., & Saehana, S. (2020). Pengembangan Video Pembelajaran Fisika pada Materi Fluida Statis dengan Model Kooperatif Tipe STAD. *Jurnal Kreatif Online*, 112-120.



- Saputra, D. (2023). Tinjauan Komprehensif tentang Luka Bakar: Klasifikasi, Komplikasi dan Penanganan. *Scientific Journal*, 197-208.
- Saragih, B., Siburian, J. M., & Purba, J. L. (2020). Sistem Penangkal Petir Pada Gedung Kemang Gallery Medan. *Jurnal Teknologi Energi Uda, Jurnal Teknik Elektro*, 44-61.
- Sawaswati, M., & Widaningsih, I. (2008). *Be Smart Ilmu Pengetahuan Sosial*. Bandung: Grafindo Media Pratama.
- Suharto, D. W., Nisworo, S., & Trihasto, A. (2021). Perlindungan Sambaran Petir Bangunan Publik (Studi Kasus Pasar Induk Kabupaten Wonosobo). *Prosiding Seminar Nasional Riset Teknologi Terapan*, 1-4.
- Surya, Y. (2008). *IPA FIsika Gasing Untuk SMp/MTs*. Tangerang: Kandel.
- Tumurang, M. (2024). *Metodologi Penelitian*. Jawa Tengah: Media Pustaka Indo.
- Wahyono, & Su'udy, A. H. (2021). Analisis Upaya Menurunkan Tahanan Pembumian Dengan Metode SPC. *Prosiding NCIET*, 121-130.
- Wariyono, S., & Muharomah, Y. (2008). *Mari Belajar Ilmu Alam Sekitar*. Jakarta: Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional.
- Wulandari, A., Putra, I. A., & Rizqi, I. M. (2023). *Buku Ajar Fisika Suhu & Kalor, Listrik Statis, dan Listrik Dinamis*. Jawa Timur: LPPM Universitas KH. A. Wahab Hasbullah.
- Yunike, Rina, W., Jasman, Suryani, Mustafa, Daniel Robert, . . . Bungawati, A. (2023). *Bunga Rampai Kesehatan Lingkungan*. Jawa Tengah: Media Pustaka Indo.
- Zulfikri, & Sholikhah, S. K. (2023). Dampak Kilat Terhadap Penglihatan Manusia Perspektif Al-qur'an dan Sains. *Tanzil : Jurnal Studi Al-Qur'an*, 171-182.