

Studi kualitatif potensi listrik: Konsep dasar dan aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari

Dwi Nurhaliza^{1*}

¹ Program Studi Fisika, Universitas Islam Negeri Ponorogo
e-mail: *dwinurhalizapng@gmail.com

Kata Kunci:

Potensi listrik, konsep dasar, aplikasi, kehidupan sehari-hari, metode kualitatif

Keywords:

Electric potential, basic concepts, applications, daily life, qualitative methods

ABSTRAK

Potensi listrik merupakan salah satu konsep dasar dalam ilmu fisika yang memiliki peran penting dalam berbagai aspek kehidupan sehari-hari. Studi ini bertujuan untuk menganalisis konsep dasar potensi listrik serta aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari melalui pendekatan kualitatif. Teori serta dasar potensi listrik dijelaskan dan dikaitkan dengan contoh aplikatif dalam kehidupan nyata, seperti dalam sistem kelistrikan rumah tangga, baterai dan aki, teknologi medis, serta pembangkit listrik berbasis energi terbarukan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemahaman yang mendalam tentang potensi listrik dapat meningkatkan efisiensi penggunaan energi serta

berkontribusi terhadap pengembangan teknologi listrik yang lebih aman dan berkelanjutan. Oleh karena itu, penguasaan konsep ini sangat penting, baik dalam ranah akademik maupun dalam kehidupan sehari-hari, guna meningkatkan kesadaran akan penggunaan listrik yang lebih bijak dan efisien.

ABSTRACT

Electric potential is one of the fundamental concepts in physics that plays an important role in various aspects of daily life. This study aims to analyze the basic concept of electric potential and its applications in everyday life through a qualitative approach. The theory and fundamentals of electric potential are explained and linked to practical examples in real life, such as household electrical systems, batteries and accumulators, medical technology, and renewable energy-based power generation. The research results show that a deep understanding of electric potential can improve energy efficiency and contribute to the development of safer and more sustainable electrical technology. Therefore, mastering this concept is essential, both in the academic realm and in daily life, to enhance awareness of wiser and more efficient electricity usage.

Pendahuluan

Energi listrik telah menjadi salah satu bentuk energi paling vital dalam kehidupan modern. Sejak penemuannya pada abad ke-18, listrik telah mengubah cara manusia hidup, bekerja, dan berinteraksi. Tidak hanya menjadi tulang punggung industri dan teknologi, listrik juga memainkan peran penting dalam memenuhi kebutuhan dasar manusia, seperti penerangan, komunikasi, dan transportasi (Giancoli, 2005). Namun, meskipun listrik telah menjadi bagian tak terpisahkan dari kehidupan sehari-hari, pemahaman masyarakat tentang konsep dasar listrik dan potensial listrik masih terbatas. Padahal, pemahaman ini sangat penting untuk memastikan penggunaan listrik yang bijak, aman, dan efisien.



This is an open access article under the [CC BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/) license.

Copyright © 2023 by Author. Published by Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Potensial listrik sebagai konsep fundamental dalam fisika, mengukur besarnya usaha yang diperlukan untuk memindahkan muatan listrik dalam medan Listrik. Konsep ini menjadi dasar bagi banyak aplikasi teknologi modern, seperti dalam sistem akumulator atau aki. Misalnya, setiap sel akumulator memiliki beda potensial sekitar 2 volt, sehingga untuk menyalakan lampu sein mobil yang membutuhkan 12 volt, diperlukan enam sel akumulator yang disusun secara seri. Contoh ini menunjukkan bagaimana pemahaman tentang potensial listrik dapat diterapkan dalam kehidupan nyata. (Chamidy, n.d.)

Listrik juga memiliki peran penting dalam berbagai aktivitas manusia, mulai dari penerangan, penghasil panas, hingga penggerak perangkat elektronik. Peralatan rumah tangga seperti lampu, kompor listrik, setrika, kipas angin, dan blender semuanya bergantung pada listrik untuk berfungsi. Tanpa listrik, banyak aktivitas sehari-hari akan terhambat, menunjukkan betapa pentingnya energi ini dalam mendukung kenyamanan dan efisiensi hidup manusia (Elpin, 2024). Namun, penggunaan listrik yang tidak aman dapat menimbulkan risiko, sehingga pemahaman tentang manfaat dan bahaya listrik sangat penting.

Artikel ini bertujuan untuk menjelaskan konsep dasar potensial listrik serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Melalui analisis berbagai contoh aplikasi, hambatan, dan dampaknya terhadap kehidupan sosial-ekonomi, diharapkan pembaca dapat memperoleh pemahaman yang lebih luas tentang topik ini. Dengan demikian, artikel ini tidak hanya meningkatkan kesadaran masyarakat tentang penggunaan listrik, tetapi juga mendorong pengembangan teknologi listrik yang lebih berkelanjutan di masa depan.

Pembahasan

Definisi Potensial Listrik

Potensial listrik merupakan salah satu konsep fundamental dalam ilmu fisika yang berkaitan erat dengan energi potensial yang dimiliki oleh muatan listrik dalam suatu medan listrik. Secara sederhana, potensial listrik menggambarkan seberapa besar usaha yang diperlukan untuk memindahkan muatan listrik dari satu titik ke titik lain tanpa adanya percepatan. Dalam konteks ini, usaha yang dimaksud adalah energi yang diberikan oleh medan listrik untuk menggerakkan muatan listrik melalui suatu jalur tertentu. Oleh karena itu, konsep potensial listrik sangat penting dalam memahami bagaimana listrik dapat bekerja dalam berbagai sistem, baik di tingkat mikroskopis seperti dalam komponen elektronik, maupun di tingkat makroskopis seperti dalam jaringan distribusi listrik. (Warsilan & Noor, 2015)

Potensial listrik di suatu titik didefinisikan sebagai jumlah usaha per satuan muatan yang diperlukan untuk memindahkan muatan listrik dari satu titik referensi ke titik tersebut. Dalam banyak kasus, titik referensi yang digunakan adalah potensial nol atau tanah (ground), yang berfungsi sebagai acuan dalam pengukuran potensial listrik dalam suatu sistem. Secara matematis, potensial listrik dinyatakan dalam satuan volt (V), yang setara dengan joule per coulomb (J/C). Satuan ini menunjukkan bahwa potensial listrik merupakan energi yang diberikan per satuan muatan untuk memindahkannya dalam medan listrik (Giancoli, 2005).

Dalam sistem kelistrikan, potensial listrik berperan dalam menentukan bagaimana energi listrik dapat disimpan, ditransmisikan, dan digunakan dalam berbagai perangkat elektronik maupun sistem distribusi energi. Misalnya, dalam sebuah baterai, terdapat perbedaan potensial antara dua terminalnya, yang menyebabkan aliran arus listrik ketika rangkaian eksternal dihubungkan. Semakin besar perbedaan potensial antara dua titik dalam rangkaian, semakin besar pula energi yang dapat diberikan kepada muatan listrik untuk berpindah dari satu titik ke titik lain. Inilah yang mendasari berbagai aplikasi potensial listrik, mulai dari peralatan elektronik sederhana hingga sistem kelistrikan berskala besar seperti jaringan transmisi listrik yang menghubungkan pembangkit listrik dengan konsumen. (Setiawan, 2018)

Selain dalam sistem listrik konvensional, konsep potensial listrik juga berperan dalam berbagai bidang lain, termasuk teknologi medis dan industri. Dalam dunia medis, prinsip potensial listrik digunakan dalam perangkat seperti elektrokardiogram (EKG) untuk mengukur aktivitas listrik jantung dan elektroensefalografi (EEG) untuk memantau aktivitas listrik otak. Dalam industri, pemahaman tentang potensial listrik sangat penting dalam desain peralatan elektronik dan komponen semikonduktor seperti dioda dan transistor, yang merupakan komponen dasar dalam berbagai perangkat elektronik modern.

Lebih lanjut, dalam studi fisika dan teknik elektro, pemahaman tentang potensial listrik juga menjadi dasar dalam analisis medan listrik dan gaya listrik. Potensial listrik tidak hanya berkaitan dengan pergerakan muatan listrik dalam penghantar, tetapi juga dalam berbagai fenomena alam seperti petir, di mana terdapat beda potensial yang sangat besar antara awan dan permukaan bumi, menyebabkan pelepasan energi listrik dalam bentuk kilatan cahaya dan suara guntur.

Rumusan Pengukuran Potensial Listrik

Potensial listrik di suatu titik akibat keberadaan muatan titik dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$V = \frac{k \cdot q}{r}$$

Dimana:

- **V** adalah potensial listrik (Volt, V)
- **k** adalah konstanta Coulomb ($8.99 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$)
- **q** adalah besar muatan listrik (Coulomb, C)
- **r** adalah jarak antara muatan sumber dan titik yang diukur (meter, m)

Persamaan ini menunjukkan bahwa potensial listrik pada suatu titik dalam medan listrik berbanding lurus dengan besarnya muatan listrik dan berbanding terbalik dengan jarak dari muatan tersebut. Semakin besar muatan listrik yang menjadi sumber medan, maka semakin besar pula potensial listriknya. Sebaliknya, semakin jauh jarak dari sumber muatan, semakin kecil potensial listrik di titik tersebut.

Dalam sistem kelistrikan, potensial listrik juga bergantung pada distribusi muatan dan kondisi medan listrik di sekitarnya. Misalnya, dalam sistem kapasitor, potensial listrik antara dua pelat berbanding lurus dengan muatan yang tersimpan di dalamnya dan berbanding terbalik dengan jarak antar pelat. Prinsip ini banyak digunakan dalam teknologi penyimpanan energi listrik seperti baterai, kapasitor, dan sel bahan bakar.

Metode Pengukuran Potensial Listrik

Pengukuran potensial listrik dalam suatu sistem kelistrikan dilakukan menggunakan voltmeter, alat yang bekerja berdasarkan prinsip perbedaan potensial antara dua titik dalam suatu rangkaian listrik. Voltmeter umumnya dipasang secara paralel dengan komponen yang akan diukur untuk memastikan bahwa tegangan yang terbaca adalah tegangan sebenarnya antara dua titik tersebut.

Fungsi utama voltmeter dalam sistem kelistrikan meliputi:

1. Menganalisis kinerja sumber listrik → Misalnya, untuk memastikan tegangan baterai atau aki masih dalam batas optimal sebelum digunakan.
2. Memverifikasi tegangan listrik dalam perangkat elektronik → Sebagai contoh, dalam rangkaian listrik rumah tangga, voltmeter digunakan untuk memastikan bahwa tegangan listrik yang tersedia sesuai dengan spesifikasi peralatan listrik yang digunakan.
3. Mendeteksi perubahan potensial listrik dalam sistem kelistrikan → Perubahan ini dapat menunjukkan adanya gangguan dalam sistem, seperti korsleting, lonjakan tegangan, atau komponen yang rusak (Halliday et al., 2017).

Dalam praktiknya, hanya perubahan potensial listrik yang dapat diukur secara langsung. Titik nol potensial dalam suatu sistem dapat ditentukan secara bebas sesuai dengan kebutuhan analisis. Dalam banyak kasus, tanah (ground) digunakan sebagai referensi potensial nol untuk menyederhanakan analisis kelistrikan.

Selain voltmeter, terdapat metode lain untuk mengukur potensial listrik, seperti menggunakan osiloskop untuk melihat variasi tegangan secara real-time atau menggunakan sensor elektronik dalam aplikasi yang lebih canggih. Misalnya, dalam industri energi terbarukan, sensor tegangan digunakan untuk memantau efisiensi panel surya dan turbin angin, memastikan bahwa energi yang dihasilkan tetap optimal.

Pengukuran potensial listrik juga berperan penting dalam bidang medis. Dalam alat elektrokardiogram (EKG), perubahan potensial listrik di tubuh manusia digunakan untuk menganalisis aktivitas listrik jantung. Sementara itu, dalam elektroensefalografi (EEG), variasi potensial listrik pada otak diukur untuk mendeteksi gangguan neurologis seperti epilepsi.

Hubungan dengan Medan Listrik

Potensial listrik memiliki hubungan yang erat dengan **medan listrik**, yang merupakan besaran vektor yang menggambarkan gaya per satuan muatan dalam suatu ruang. Dalam suatu medan listrik, muatan listrik akan mengalami gaya yang bergantung pada besar dan arah medan tersebut. Hubungan antara potensial listrik dan medan listrik dapat dijelaskan melalui konsep gradien potensial, di mana medan listrik merupakan perubahan potensial listrik terhadap posisi dalam ruang. Hubungan ini secara matematis dapat dituliskan sebagai:

$$\mathbf{E} = -\nabla V$$

Dimana:

- \mathbf{E} adalah medan listrik (N/C atau V/m),
- ∇V adalah gradien potensial listrik, yaitu perubahan potensial terhadap posisi dalam ruang.

Visualisasi Hubungan Potensial Listrik dan Medan Listrik

Dalam pemodelan medan listrik, **garis-garis medan listrik** digunakan untuk merepresentasikan arah dan intensitas medan listrik yang dihasilkan oleh suatu muatan atau sistem muatan. Karakteristik garis-garis medan listrik adalah sebagai berikut:

- Garis medan listrik selalu keluar dari muatan positif dan masuk ke muatan negatif.
- Semakin rapat garis-garis medan listrik di suatu daerah, semakin kuat medan listriknya.
- Garis medan listrik tidak pernah berpotongan, karena setiap titik dalam ruang hanya memiliki satu arah medan listrik yang unik.

Sebagai contoh, dalam sistem **kapasitor pelat datar**, medan listrik antara dua pelat bermuatan positif dan negatif hampir seragam, sehingga garis-garis medan listriknya berbentuk lurus dan sejajar. Hal ini menunjukkan bahwa dalam kapasitor, potensial listrik berubah secara linier dari satu pelat ke pelat lainnya, menghasilkan medan listrik yang konstan di antara kedua pelat.

Hubungan dengan Energi dan Pergerakan Muatan

Hubungan antara potensial listrik dan medan listrik juga dapat dijelaskan dalam konteks energi dan pergerakan muatan listrik. Ketika suatu muatan listrik bergerak dalam medan listrik, ia mengalami gaya yang sebanding dengan medan listriknya. Jika medan listrik diarahkan dari potensial tinggi ke rendah, maka muatan positif akan bergerak ke arah tersebut secara alami, sedangkan muatan negatif akan bergerak ke arah yang berlawanan.

Sebagai ilustrasi, dalam pembangkit listrik tenaga air, air yang berada di ketinggian memiliki energi potensial yang lebih besar dibandingkan air di tempat yang lebih rendah. Saat air mengalir turun, energi potensialnya berubah menjadi energi kinetik. Prinsip yang sama berlaku dalam kelistrikan: muatan listrik akan mengalir dari daerah dengan potensial tinggi ke daerah dengan potensial rendah, yang kemudian menghasilkan arus listrik dalam suatu rangkaian.

Dalam sistem kelistrikan, hubungan potensial listrik dan medan listrik sangat penting dalam berbagai aplikasi, termasuk:

1. Sistem Distribusi Energi Listrik – Perbedaan potensial listrik digunakan untuk menggerakkan listrik dari pembangkit ke pengguna melalui jaringan transmisi tegangan tinggi.

2. Desain Kapasitor – Kapasitor menggunakan medan listrik untuk menyimpan energi dalam bentuk perbedaan potensial antara dua pelat konduktor.
3. Perangkat Elektromagnetik – Dalam industri telekomunikasi, medan listrik digunakan dalam desain antena, sistem radar, dan peralatan gelombang mikro.
4. Teknologi Medis – Dalam teknologi seperti MRI (Magnetic Resonance Imaging) dan EEG (Electroencephalography), perubahan potensial listrik dalam tubuh manusia dianalisis untuk mendeteksi aktivitas otak dan jantung.

Aplikasi Potensial Listrik dalam Kehidupan Sehari-hari

Potensial listrik memiliki peran yang sangat penting dalam berbagai aspek kehidupan manusia, baik dalam skala rumah tangga, industri, transportasi, hingga teknologi medis. Perbedaan potensial listrik memungkinkan aliran arus listrik yang menjadi dasar utama dalam pengoperasian berbagai perangkat dan sistem kelistrikan. Pemahaman tentang cara kerja potensial listrik serta penerapannya dalam berbagai sektor membantu meningkatkan efisiensi energi dan keamanan dalam penggunaan listrik. Berikut adalah beberapa aplikasi potensial listrik dalam kehidupan sehari-hari:

1. Sistem Kelistrikan Rumah Tangga – Potensial listrik digunakan untuk mendistribusikan listrik dari pembangkit listrik ke peralatan rumah tangga seperti televisi, kulkas, mesin cuci, dan pendingin udara. Distribusi listrik dilakukan dengan memanfaatkan perbedaan potensial antara jaringan transmisi dan beban pengguna, yang memungkinkan listrik mengalir secara efisien.
2. Baterai dan Aki – Baterai dan aki bekerja berdasarkan prinsip perbedaan potensial listrik antara elektroda-elektroda yang terdapat di dalamnya. Perbedaan ini menyebabkan arus listrik mengalir dan memberikan daya kepada perangkat elektronik serta kendaraan bermotor.
3. Teknologi Medis – Dalam dunia medis, prinsip potensial listrik digunakan dalam berbagai perangkat diagnostik, seperti elektrokardiogram (EKG), yang memanfaatkan perubahan potensial listrik dalam tubuh untuk menganalisis aktivitas listrik jantung dan mendeteksi gangguan kesehatan.
4. Pembangkit Listrik – Pembangkit listrik tenaga surya dan turbin angin bekerja dengan mengubah energi alam menjadi listrik melalui prinsip perbedaan potensial listrik. Dalam panel surya, sel fotovoltaik memanfaatkan radiasi matahari untuk menghasilkan perbedaan potensial listrik yang kemudian dikonversi menjadi energi listrik yang dapat digunakan.

Perbedaan dengan Konsep Listrik Lainnya

Dalam dunia kelistrikan, terdapat beberapa konsep dasar yang saling berkaitan namun memiliki definisi dan peran yang berbeda, yaitu potensial listrik, arus listrik, dan daya listrik. Ketiga konsep ini sering disalahartikan karena memiliki hubungan yang erat dalam sistem kelistrikan. Namun, memahami perbedaan mendasar dari masing-masing konsep ini sangat penting, terutama dalam perancangan, pemeliharaan, dan pemanfaatan energi listrik secara efisien.

Potensial listrik sering kali disalahartikan sebagai konsep listrik lainnya, seperti arus listrik dan daya listrik. Meskipun ketiga konsep ini saling berkaitan, terdapat perbedaan mendasar:

1. Potensial Listrik (Volt, V)

Potensial listrik adalah energi potensial per satuan muatan dalam medan listrik. Konsep ini menggambarkan seberapa besar usaha yang diperlukan untuk memindahkan muatan listrik dari satu titik ke titik lain dalam medan listrik tanpa adanya percepatan. Potensial listrik berfungsi untuk menentukan bagaimana listrik dapat mengalir dalam suatu sistem. Dalam sistem kelistrikan, listrik akan mengalir dari titik yang memiliki potensial lebih tinggi ke titik dengan potensial lebih rendah, membentuk suatu aliran arus listrik. Perbedaan potensial listrik ini dikenal dengan beda potensial atau tegangan listrik. Contoh penerapan potensial listrik dalam kehidupan sehari-hari, yaitu baterai, jaringan listrik rumah tangga, dan panel surya.

2. Arus Listrik (Ampera, A)

Arus listrik adalah laju aliran muatan listrik dalam suatu penghantar dan dinyatakan dalam satuan ampere (A). Jika potensial listrik menentukan apakah listrik dapat mengalir, arus listrik menggambarkan jumlah muatan listrik yang mengalir dalam suatu penghantar per satuan waktu. Terdapat dua jenis utama arus listrik, meliputi arus listrik searah (DC - Direct Current), dan arus listrik bolak-balik (AC - Alternating Current). Contoh penerapan arus listrik dalam kehidupan sehari-hari, yaitu arus listrik dalam lampu rumah mengalir dari sumber listrik ke lampu, arus listrik dalam kipas angin memungkinkan motor listrik berputar dan menghasilkan angin. dan arus listrik dalam komputer memungkinkan berbagai komponen elektronik bekerja untuk menjalankan sistem operasi dan aplikasi.

3. Daya Listrik (Watt, W)

Daya listrik menggambarkan laju penggunaan energi listrik dalam suatu sistem, atau dengan kata lain, seberapa cepat energi listrik dikonversi menjadi bentuk energi lain seperti cahaya, panas, atau gerak. daya listrik dapat dikategorikan ke dalam beberapa jenis, meliputi daya aktif (p), daya reaktif (q), daya semu (s). contoh penerapan daya listrik dalam kehidupan sehari-hari yaitu lampu led 10w menggunakan daya listrik sebesar 10 watt untuk menghasilkan cahaya, rice cooker 300w menggunakan daya 300 watt untuk mengubah energi listrik menjadi panas yang digunakan untuk memasak nasi, dan ac 900w menggunakan daya listrik untuk menggerakkan kompresor dan kipas guna menghasilkan udara dingin.

Kesimpulan

Berdasarkan kajian yang telah dilakukan, potensi listrik merupakan konsep fundamental dalam fisika yang memiliki dampak besar dalam kehidupan manusia. Konsep ini menggambarkan energi potensial per satuan muatan dalam medan listrik dan menjadi dasar dalam berbagai sistem kelistrikan. Pemahaman tentang potensi listrik sangat penting karena menentukan bagaimana listrik mengalir dalam suatu sistem dan bagaimana energi listrik dapat digunakan secara efisien.

Aplikasi potensi listrik dalam kehidupan sehari-hari mencakup berbagai bidang, mulai dari sistem kelistrikan rumah tangga, baterai dan aki, hingga teknologi medis serta pembangkit listrik berbasis energi terbarukan. Dalam rumah tangga, potensial listrik memungkinkan distribusi daya listrik ke berbagai perangkat elektronik. Pada sistem baterai dan aki, potensial listrik memfasilitasi penyimpanan dan pelepasan energi listrik untuk berbagai kebutuhan, termasuk kendaraan bermotor. Dalam dunia medis, prinsip potensial listrik dimanfaatkan dalam perangkat diagnostik seperti elektrokardiogram (EKG) dan elektroensefalografi (EEG). Sementara itu, dalam pembangkit listrik tenaga surya dan angin, perbedaan potensial listrik digunakan untuk mengubah energi alam menjadi listrik yang dapat digunakan secara luas.

Selain itu, perbedaan potensial listrik sering disalahartikan dengan konsep listrik lainnya, seperti arus listrik dan daya listrik. Padahal, ketiga konsep ini memiliki peran yang berbeda. Potensial listrik mengacu pada beda energi potensial per satuan muatan, arus listrik menggambarkan laju aliran muatan listrik, sementara daya listrik menunjukkan laju penggunaan energi listrik dalam suatu sistem. Pemahaman yang jelas tentang perbedaan ini sangat penting dalam mendukung pemanfaatan listrik yang lebih efisien dan aman.

Saran

Berdasarkan kesimpulan yang telah disampaikan, terdapat beberapa rekomendasi yang dapat diterapkan untuk meningkatkan pemahaman dan pemanfaatan potensi listrik dalam kehidupan sehari-hari:

1. Peningkatan Literasi Kelistrikan

Edukasi mengenai konsep dasar listrik, termasuk potensial listrik, perlu ditingkatkan di berbagai jenjang pendidikan agar masyarakat memiliki pemahaman yang lebih baik tentang cara kerja listrik dan penggunaannya yang aman serta efisien.

2. Optimalisasi Sistem Kelistrikan Rumah Tangga

Masyarakat perlu lebih sadar dalam menggunakan listrik dengan bijak, seperti menggunakan perangkat elektronik hemat energi, menghindari pemborosan listrik, serta menerapkan sistem kelistrikan yang aman untuk mencegah kecelakaan listrik.

3. Penerapan Keselamatan Listrik di Industri dan Medis

Standar keselamatan dalam penggunaan listrik, terutama di industri dan sektor medis, perlu terus diperbarui agar pemanfaatan listrik tetap aman dan tidak menimbulkan risiko bagi pengguna.

Daftar Pustaka

- Chamidy, D. T. (n.d.). *Teknologi Informasi: Masa Depan atau Masa Lalu?*
- Elpin, N. R. (2024). IMPLEMENTASI PBL BERBASIS STEM DENGAN STRATEGI DESIGN THINKING UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN CREATIVE THINKING SISWA PADA TOPIK ENERGI TERBARUKAN.
- Giancoli, D. C. (2005). *Physics: Principles with applications* (Vol. 1). Pearson Educación.
- Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2017). *Fundamentals of Physics, Volume 1*. John Wiley & Sons.
- Setiawan, D. (2018). Dampak Perkembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi Terhadap Budaya. *JURNAL SIMBOLIKA: Research and Learning in Communication Study*, 4(1), 62. <https://doi.org/10.31289/simbollika.v4i1.1474>
- Warsilan, W., & Noor, A. (2015). Peranan Infrastruktur terhadap Pertumbuhan Ekonomi dan Implikasi pada Kebijakan Pembangunan di Kota Samarinda. *MIMBAR, Jurnal Sosial Dan Pembangunan*, 31(2), 359. <https://doi.org/10.29313/mimbar.v31i2.1444>