

Design Transportasi Alternatif Dengan Energi Ramah Lingkungan yang Sesuai Dengan Geografi Indonesia

Anugrah Endy¹ Sovian Aritonang² Gita Amperiawan³ Erzi Agson Gani⁴ Ade Bagdja⁵
Sjafrie sjamsoeddin⁶

Universitas Pertahanan Republik Indonesia, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat,
Indonesia^{1,2,3,4,5,6}

Email: anugrah.endy@tp.idu.ac.id¹

Abstrak

Desain bus bertenaga listrik pada sistem transportasi sebuah kota dapat menjadi prospek mengganti bus berbahan bakar fosil konvensional dengan bus listrik yang didukung oleh energi matahari dan listrik yang disediakan oleh PLN. Untuk tujuan ini, kami mendesain dan menyelidiki lima wacana berbeda untuk memanfaatkan tenaga surya yang tersedia: (1) panel surya dipasang di atap halte bus, (2) panel surya dipasang di ruang terbuka yang tidak terpakai di ruang publik, dan (3) jalan surya, yaitu jalan yang dibangun dengan bahan fotovoltaik (PV). (4) Panel surya dipasang diatas danau, sungai ataupun laut. (5) Panel surya dipasang di atas bus. Analisis kelayakan awal menunjukkan bahwa lima skenario berkontribusi untuk memenuhi permintaan transportasi bus listrik, secara proporsional dengan ukurannya skenario (5) menyajikan biaya modal terendah dalam kaitannya dengan pembangkitan energi. Oleh karena itu, kami mengeksplorasi lebih lanjut skenario ini dengan melakukan simulasi operasi hariannya termasuk tindakannya dalam membeli dan menjual energi ke jaringan PLN, bila ada surplus energi. Secara keseluruhan, hasilnya menunjukkan bahwa, meskipun biaya modalnya tinggi, skema transportasi bertenaga surya menghadirkan alternatif yang layak untuk mengganti bus konvensional.

Kata Kunci: Bus, Tenaga Surya, Analisis Kelayakan, Transportasi Alternatif

Abstract

The design of an electric-powered amphibious bus in a city's transportation system can be a prospect of replacing conventional fossil fuel buses with electric buses powered by solar energy and electricity provided by PLN. To this end, we designed and investigated five different discourses for utilizing available solar power: (1) solar panels installed on roofs of bus stops, (2) solar panels installed in unused open spaces in public spaces, and (3) roads solar, i.e., roads built with photovoltaic (PV) materials. (4) Solar panels are installed above lakes, rivers, or seas. (5) Solar panels installed on top of the bus. Preliminary feasibility analysis shows that the five scenarios contribute to meeting demand for electric bus transportation, in proportion to their size scenario (5) presents the lowest capital cost in relation to energy generation. Therefore, we explore this scenario further by simulating its daily operations including its actions in buying and selling energy to the PLN grid, when there is an energy surplus. Overall, the results show that, despite the high capital costs, solar-powered transport schemes present a viable alternative to conventional buses.

Keywords: Bus, Solar Power, Feasibility Analysis, Transportation Alternatives



Ciptaan disebarluaskan di bawah [Lisensi Creative Commons Atribusi-BerbagiSerupa 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

PENDAHULUAN

Sumber energi terbarukan telah menjadi pusat upaya dalam peningkatan teknologi di era modern. Salah satu sumber energi terbarukan yang sedang marak diperbincangkan adalah sumber energi matahari yang telah meningkat secara dramatis dalam beberapa tahun terakhir. Menurut (Mohamad Dwi, 2022), Pemanfaatan dari sumber energi matahari digunakan sebagai bahan bakar pada bus listrik sebagai mode angkutan umum. Hal ini tentu saja berdampak positif dalam mengurangi emisi karbon, khususnya di daerah ibukota Jakarta (Sari, 2022). Bus dengan bahan bakar listrik mendapatkan energinya dari matahari disimpan dalam baterai dan

terhubung ke jaringan listrik. Penggunaan panel surya dalam pengoperasian bus listrik masih perlu banyak dieksplorasi ke depannya (Kurniawan, 2021).

Untuk mengumpulkan energi matahari untuk digunakan oleh bus listrik, lima wacana telah dikembangkan: (1) halte terminal bus dipasang panel surya, (2) ruang terbuka yang tidak terpakai dengan panel surya, dan (3) panel surya dipasang di jalan, atau panel rekayasa khusus yang dapat dipasang di permukaan jalan, (4) memasang panel surya di danau, sungai, atau lautan, serta (5) penambahan panel surya pada atap bus. Dalam konteks pemeriksaan pendahuluan, biaya modal dan konsumsi energi dari kendaraan yang dipilih, stasiun pengisian daya dan panel surya juga diteliti (Michael Parningotan Sitohang, 2019).

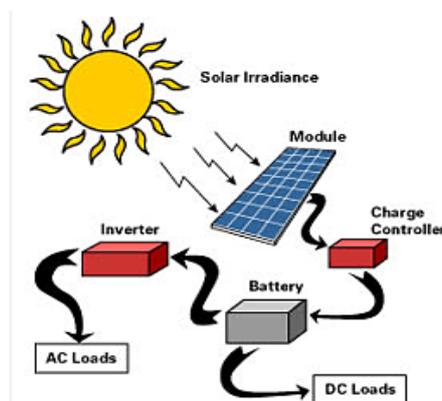
Tinjauan Pustaka

Pengertian dari Sistem Panel Surya

Sistem panel surya terdiri dari panel surya, baterai, dan pengontrol muatan. Menurut (Suherman, 2022), panel surya adalah sel surya (PV) yang diikat dan dikemas di antara dua lapisan bahan transparan. Sel surya menghasilkan listrik dengan mengubah radiasi matahari menjadi listrik arus searah (DC) menggunakan semikonduktor serta menggunakan efek fotovoltaik (Nwaigwe, 2019). Daya per panel (EP) bergantung pada faktor-faktor seperti rata-rata jam sinar matahari harian (TSS), daya rancangan per panel dalam watt-jam (WP) dan faktor koreksi suhu (TCF), yang dinyatakan sebagai: $EP = WP * TSS * TCF \dots (1)$

Baterai berfungsi sebagai tempat penyimpanan energi listrik. Kapasitas baterai dinyatakan dalam satuan Ampere Jam ($Ah = \text{ arus/amp} \times \text{ waktu/jam}$), yang berarti bahwa baterai dapat mengirim rata-rata daya sebelum baterai mencapai penurunan tegangan. (Khalid Mehmood, 2017) berpendapat bahwa besarnya energi yang disimpan dalam baterai dipengaruhi oleh tegangan nominal baterai dalam satuan Volt (V_{batt}), kapasitas baterai dalam satuan ampere-jam (C_{batt}), efisiensi penggunaan baterai (η_d) serta jumlah baterai yang digunakan (x_2). $E_{batt} = V_{batt} \cdot C_{batt} \cdot x_2 \cdot 1000 \cdot \eta_d \dots (2)$

Fungsi dari *charge controller* untuk mengatur arus yang berasal dari *solar panel* agar baterai tidak mengalami *overcharge* (Suparlan, 2019). Pengontrol muatan mendeteksi saat baterai terisi penuh dengan cara menghentikan arus yang mengalir ke baterai, serta mencegah baterai mengalir kembali ke panel surya di malam hari (Syaputra, 2020).



Gambar 1. Sistem Panel Surya

Pengertian Bus Amfibi Listrik

Bus amfibi listrik merupakan kendaraan yang dapat beroperasi di dua dunia yaitu darat dan air. Kemajuan teknologi mendukung para ilmuwan untuk terus berinovasi membuat kendaraan amfibi lebih umum digunakan sehari-hari. Menurut (Rinaldi, 2018), Jenis transportasi amfibi ini melaju seperti bus dan dapat mengangkut hingga 60 orang di laut dan

di darat. Bus amfibi memiliki dua sistem penggerak yaitu roda di darat dan baling-baling yang bergerak di air seperti perahu atau kapal.



Gambar 2. Bus Amfibi Listrik

Perancangan Lokasi Sistem Panel Surya

Perancangan sistem transportasi bertenaga surya membutuhkan topografi, transportasi serta data radiasi sinar matahari yang akurat (Tambunan, 2020). Pertama, kebutuhan energi untuk rute diidentifikasi menggunakan angka rata-rata konsumsi energi per jarak unit, yaitu 1,35 kWh / km (Gao, 2017). Meskipun ini adalah perkiraan kasar, itu masuk akal, karena di dalam kota tidak ada ruas jalan besar dengan lereng yang curam. Selain itu, data elevasi (*Digital Elevation Model* – DEM) diperoleh dari Hellenic Cadastre dengan resolusi spasial 5 m (Michalopoulou, 2022). Teknologi panel surya dan bus listrik yang tersedia diperiksa dan terlihat bahwa konfigurasi yang dipilih untuk kelistrikan bus dalam hal jenis baterai dan pengisi daya didasarkan pada data yang dilaporkan dari literatur terbaru (Vepsäläinen, 2018). Lima wacana penempatan solar panel untuk pengumpulan dan penggunaan energi surya: Pertama, panel surya dipasang di atas halte terminal bus. Kedua, panel surya dipasang di ruang terbuka yang tidak terpakai. Ketiga, ruas jalan yang dibangun dengan bahan fotovoltaik (PV), biasanya disebut sebagai jalan surya. Keempat, panel surya dipasang pada sungai ataupun laut. Kelima, panel surya dipasang di atas bus. Dalam kelima penempatan solar panel itu diasumsikan bahwa pengisian daya secara stasioner di terminal diperlukan agar kendaraan memulai rute terisi penuh (Gao, 2017).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Skenario 1: Penempatan Sel Surya pada Tempat Perhentian Bus

Pada skenario ini, halte bus mengumpulkan energi matahari dengan menggunakan sel surya yang dipasang di atas halte bus kemudian energi matahari diubah menjadi energi listrik ke bus melalui proses induksi energi (Ioannidis, 2019). Asumsi dari penempatan sel surya pada halte bus adalah panel surya dipasang di atap setiap halte bus, dengan total kapasitas 1 MW. Selain itu, rata-rata insolasi harian di daerah adalah 5 jam per hari, rata-rata efisiensi panel surya adalah sekitar 15%, rata-rata konsumsi energi dari satu bus amfibi bertenaga surya adalah 5 kWh/hari, serta setiap halte melayani 10 bus amfibi bertenaga surya.



Gambar 3. Tempat Perhentian Bus yang dipasang Sel Surya

Untuk total produksi energi harian dari panel surya adalah $1 \text{ MW} \times 5 \text{ jam} \times \text{efisiensi } 15\% = 0.075 \text{ MWh/hari}$. Total energi yang dibutuhkan untuk 10 bus amfibi adalah $10 \text{ bus} \times 5 \text{ kWh/hari/bus} = 50 \text{ kWh/hari}$. Total jumlah halte bus yang dibutuhkan untuk memenuhi permintaan energi: $50 \text{ kWh/hari} / 0.075 \text{ MWh/hari} = 667 \text{ halte bus}$. Untuk analisis perhitungan biaya dapat diasumsikan biaya memasang satu panel surya sebesar \$2,000 sehingga total biaya memasang panel surya di 667 halte bus adalah $\$2,000 \times 667 = \$1,334,000$. Skenario ini menunjukkan potensi penghematan energi dan efektivitas biaya dari penggunaan panel surya untuk menjalankan bus amfibi. Penempatan panel surya pada halte bus dapat menjadi solusi yang efektif dan ramah lingkungan untuk memenuhi kebutuhan energi bus amfibi bertenaga surya. Dalam hal ini, halte bus memiliki potensi untuk menjadi sentral energi bagi sistem transportasi.

Skenario 2: Penempatan Sel Surya pada Ruang Terbuka

Pada skenario ini, konsep pengisian energi dilakukan pada malam hari hingga pagi hari, di mana bus mengisi daya di stasiun bus pada malam hari dengan menyimpan energi listrik dalam baterai berkapasitas tinggi. Dalam metode pengisian energi pada malam hari, energi matahari dikumpulkan di siang hari dan diubah menjadi tenaga listrik kemudian disimpan dalam baterai. Asumsi yang digunakan pada skenario ini adalah panel surya dipasang di lahan terbuka seperti lapangan, dengan total kapasitas 1 MW. Selain itu, rata-rata insolasi harian di daerah adalah 5 jam per hari, rata-rata efisiensi panel surya adalah sekitar 15%, rata-rata konsumsi energi dari satu bus amfibi bertenaga surya adalah 5 kWh/hari, serta total ada 10 bus amfibi bertenaga surya yang harus dijalankan.



Gambar 4. Stasiun Pengisian Bus di Ruang Terbuka

Untuk perhitungan energi, total produksi energi harian dari panel surya adalah $1 \text{ MW} \times 5 \text{ jam} \times \text{efisiensi } 15\% = 0.075 \text{ MWh/hari}$. Total energi yang dibutuhkan untuk armada 10 bus adalah $10 \text{ bus} \times 5 \text{ kWh/hari/bus} = 50 \text{ kWh/hari}$. Total jumlah panel surya yang dibutuhkan untuk memenuhi permintaan energi adalah $50 \text{ kWh/hari} / 0.075 \text{ MWh/hari} = 667 \text{ panel surya}$. Untuk analisis perhitungan biaya, dapat diasumsikan biaya pemasangan satu panel surya sebesar \$2,000. Total biaya memasang panel surya sebesar $\$2,000 \times 667 \text{ panel surya} = \$1,334,000$. Penempatan panel surya pada ruang terbuka memiliki keuntungan dalam hal ruang yang cukup untuk memasang panel surya dengan ukuran yang lebih besar dan optimal. Selain itu, memanfaatkan energi matahari secara optimal juga akan membantu mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil dan membuat sistem transportasi lebih ramah lingkungan dan hemat energi. Namun, biaya memasang dan memelihara panel surya pada ruang terbuka yang cukup besar serta keamanan panel surya harus diperhitungkan. Solusi yang dapat diambil untuk mengatasi kerugian ini adalah dengan menggunakan teknologi keamanan yang baik dan memastikan pemeliharaan panel surya secara rutin.

Skenario 3: Jalan *Solar Road Panel* yang Terintegrasi dengan Sistem *Bus Rapid Transit* (BRT)

Skenario ini mempertimbangkan pemasangan panel surya di sepanjang ruas jaringan jalan secara berurutan serta mengumpulkan radiasi matahari dan menggerakkan bus secara dinamis saat mereka bergerak di sepanjang mereka menggunakan proses induksi (Mallon, 2017). Ketika bus sedang bergerak, energi matahari ditangkap oleh *solar road panel* dan ditransfer menjadi energi listrik untuk menggerakkan bus.



Gambar 5. Jalan yang Dipasangi *Solar Road Panel*

Asumsi yang digunakan pada skenario ini adalah jalan dipasang dengan panel surya yang terintegrasi dengan sistem *Bus Rapid Transit* (BRT) di koridor utama. Selain itu, asumsi yang digunakan adalah rata-rata insolasi harian di daerah adalah 5 jam per hari, rata-rata efisiensi panel surya sebesar 15%, rata-rata konsumsi energi dari satu bus amfibi bertenaga surya adalah 5 kWh/hari, total 200 bus amfibi bertenaga surya yang beroperasi di sistem BRT, serta luas panel surya yang dipasang di jalan adalah 5 m² per meter persegi.

Untuk perhitungan energi, total produksi energi harian dari panel surya adalah 5 m² x 5 jam x efisiensi 15% = 0.375 kWh/m²/hari. Total energi yang dibutuhkan untuk armada 200 bus adalah 200 bus x 5 kWh/hari/bus = 1,000 kWh/hari. Total jumlah panel surya yang dibutuhkan untuk memenuhi permintaan energi: 1,000 kWh/hari / 0.375 kWh/m²/hari = 2,667 m². Untuk analisis perhitungan biaya, diasumsikan biaya memasang satu meter persegi panel surya adalah \$200. Oleh karena itu, total biaya memasang panel surya sebesar \$200 x 2,667 m² = \$533,400. Penempatan jalan *solar road panel* memiliki keuntungan dalam hal memanfaatkan energi matahari secara optimal dan terintegrasi dengan sistem *Bus Rapid Transit*, mempermudah akses dan distribusi energi. Selain itu, membuat sistem transportasi lebih ramah lingkungan dan hemat energi serta mengurangi biaya konstruksi dan pemeliharaan jalan. Namun, biaya memasang dan memelihara jalan *solar road panel* yang cukup besar serta keamanan jalan solar road panel harus diperhitungkan. Solusi yang dapat diambil untuk mengatasi kerugian ini adalah dengan menggunakan teknologi keamanan yang baik dan memastikan pemeliharaan jalan *solar road panel* secara rutin.

Skenario 4: Pemasangan Panel Surya pada Danau, Sungai Maupun Laut

Fasilitas PLTS Terapung dijalankan oleh banyak pihak. Teknologi terbaru adalah teknologi dua sisi dimana teknologi ini memungkinkan kedua sisi panel surya menyerap sinar matahari yang dijadikan energi matahari (Sianipar, 2022). Sisi pertama menyerap sinar matahari secara langsung, sedangkan sisi lain menyerap cahaya yang dipantulkan dari air. Cahaya yang masuk dipantulkan oleh air danau dan diserap kembali oleh panel surya (Singh, 2019).



Gambar 6. Pemasangan Panel Surya di Perairan

Pada skenario ini, Panel surya dipasang pada permukaan air danau, sungai, dan laut untuk memanfaatkan energi matahari. Diasumsikan rata-rata insolasi harian di daerah adalah 5 jam per hari. Rata-rata efisiensi panel surya adalah 15%. Rata-rata konsumsi energi dari satu bus amfibi bertenaga surya adalah 5 kWh/hari, dan total ada 200 bus amfibi bertenaga surya yang beroperasi. Luas panel surya yang dipasang di air adalah 10 m² per meter persegi. Untuk perhitungan energi, total produksi energi harian dari panel surya adalah 10 m² x 5 jam x efisiensi 15% = 0.75 kWh/m²/hari. Total energi yang dibutuhkan untuk armada bus adalah 200 bus x 5 kWh/hari/bus = 1,000 kWh/hari. Total jumlah panel surya yang dibutuhkan untuk memenuhi permintaan energi adalah 1,000 kWh/hari / 0.75 kWh/m²/hari = 1,333 m².

Untuk analisis perhitungan biaya, diasumsikan biaya memasang satu meter persegi panel surya adalah \$500. Oleh karena itu, total biaya memasang panel surya sebesar \$500 x 1,333 m² = \$666,500. Dalam pemasangan pemasangan panel surya pada danau, sungai maupun laut untuk bus amfibi bertenaga surya memiliki beberapa hal yang perlu dipertimbangkan, diantaranya adalah kondisi di danau, sungai, dan laut bisa berubah-ubah seiring waktu, seperti perubahan cuaca atau musim. Hal ini membutuhkan pemantauan dan pemeliharaan rutin untuk memastikan panel surya tetap berfungsi dengan baik. Lalu, Penempatan panel surya pada danau, sungai, dan laut memerlukan investasi awal yang tinggi, dan perlu dipastikan bahwa biaya tersebut dapat tercover dengan cepat melalui efisiensi energi yang dihasilkan. Meskipun memiliki beberapa halangan, skenario pemasangan panel surya pada danau, sungai, dan laut dapat menjadi solusi untuk mengatasi masalah energi bagi bus amfibi bertenaga surya jika dilakukan dengan analisis yang cermat dan perencanaan yang baik.

Skenario 5: Pemasangan Panel Surya di atas Bus

Pemasangan panel surya diatas bus menjadi suatu alternatif dalam melakukan penambahan daya listrik yang dibutuhkan dari bus listrik. Akan tetapi luas penampang bus yang terbatas menyebabkan daya listrik yang didapat dari konversi sinar matahari cukup kecil dan hanya dapat digunakan untuk kebutuhan daya listrik rendah pada bus listrik sehingga cara ini kurang efektif untuk diterapkan pada bus yang beroperasi dari pagi hingga malam hari (Kirtley, 2020).



Gambar 7. Pemasangan Panel Surya di Atas Bus

Asumsi yang digunakan pada skenario ini adalah panel surya dipasang di atas bus untuk memanfaatkan energi matahari selama perjalanan. Selain itu, rata-rata insolasi harian adalah 5 jam per hari. Rata-rata efisiensi panel surya adalah 20%. Rata-rata konsumsi energi dari satu bus amfibi bertenaga surya adalah 5 kWh/hari, serta total ada 200 bus amfibi bertenaga surya yang beroperasi, serta luas panel surya yang dipasang di atas bus adalah 15 m² per bus. Untuk perhitungan energi, total produksi energi harian dari panel surya adalah 15 m² x 5 jam x efisiensi 20% = 1.5 kWh/bus/hari. Total energi yang dibutuhkan untuk armada 200 bus adalah 200 bus x 5 kWh/hari/bus = 1,000 kWh/hari. Total jumlah panel surya yang dibutuhkan untuk memenuhi permintaan energi adalah 1,000 kWh/hari / 1.5 kWh/bus/hari = 667 panel surya.

Untuk analisis perhitungan biaya, diasumsikan biaya memasang satu meter persegi panel surya adalah \$500. Maka, total biaya pemasangan panel surya sebesar \$500 x 15 m²/bus x 200 bus = \$150,000. Keuntungan utama dari skenario ini adalah mudah diterapkan dan tidak memerlukan tambahan lahan atau ruang. Selain itu, pemasangan panel surya di atas bus dapat memastikan bahwa bus memiliki sumber daya energi yang cukup saat melalui jalan-jalan yang tidak memiliki akses ke listrik. Kendala utama dari skenario ini adalah keterbatasan ukuran dan kapasitas panel surya yang dapat dipasang di atas bus. Ukuran dan kapasitas yang terbatas akan membatasi jumlah energi yang dapat diproduksi dan mempengaruhi kinerja bus dalam jangka panjang. Pemasangan panel surya di atas bus juga memerlukan investasi tambahan dalam hal desain dan pemasangan. Untuk mengatasi kendala tersebut, pemasangan panel surya di atas bus harus dirancang dan dipasang dengan baik agar memastikan kinerja yang optimal. Pemilihan teknologi panel surya yang tepat dan desain yang tepat dapat memastikan bahwa panel surya dapat memproduksi energi dengan efisien dan memastikan kinerja bus yang optimal.

KESIMPULAN

Dari hasil analisis yang telah dilakukan di atas, maka kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian ini adalah sebagai berikut: Solar panel berfungsi dalam mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Penggunaan solar panel pada bus dapat berdampak positif karena ramah lingkungan, dimana dapat mengurangi emisi karbon dioksida yang dihasilkan oleh bus berbahan bakar fosil, walaupun masih membutuhkan biaya yang cukup besar dalam pengaplikasiannya di lapangan. Dari kelima skenario tentang pengaplikasian solar panel yang telah disampaikan di atas, didapat bahwa skenario ke-5 menyajikan biaya modal dan biaya operasional yang terendah apabila dibandingkan dengan skenario yang lain, yaitu pemasangan solar panel di atas bus. Hal ini disebabkan karena mudah diterapkan dan tidak memerlukan tambahan lahan atau ruang, serta tidak membutuhkan biaya yang besar selama pengaplikasiannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Gao, Z. L. (2017). Battery capacity and recharging needs for electric buses in city transit service. *Energy*, 122, 588-600.
- Ioannidis, R. I. (2019). Solar-powered bus route: introducing renewable energy into a university campus transport system. *Advances in Geosciences*, 49, 215-224.
- Ioannidis, R. I. (2019). Solar-powered bus route: introducing renewable energy into a university campus transport system. *Advances in Geosciences*, 49, 215-224.
- Khalid Mehmood, K. K. (2017). Optimal sizing and allocation of battery energy storage systems with wind and solar power DGs in a distribution network for voltage regulation considering the lifespan of batteries. *IET Renewable Power Generation*, 11(10), , 1305-1315.

- Kirtley, J. L. (2020). *Electric power principles: sources, conversion, distribution and use*. John Wiley & Sons.
- Kurniawan, A. (2021). *Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (Photovoltaic-Mikrohidro) Menuju Desa Mandiri Energi* (Doctoral dissertation, UMSU).
- Li, Y. S. (2020). Exploiting electrical transients to quantify charge loss in solar cells. *Joule*, 4(2), 472-489.
- Mallon, K. R. (2017). Analysis of on-board photovoltaics for a battery electric bus and their impact on battery lifespan. *Energies*, 10(7), 943.
- Michael Parningotan Sitohang, M. (2019). *Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Terpusat Off-Grid System (Studi Kasus: Desa Tanjung Beringin, Kabupaten Kampar, Riau)* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau).
- Michalopoulou, M. D. (2022). The Significance of Digital Elevation Models in the Calculation of LS Factor and Soil Erosion. *Land*, 11(9), 1592.
- Mohamad Dwi, Y. (2022). *Analisis Pembangkit Daya Listrik Dari Temperature Rem Menggunakan Generator Termoelektrik Sebagai Tambahan Untuk Energi Bus Listrik* (Doctoral dissertation, UNSADA).
- Nicolaides, D. C. (2018). An urban charging infrastructure for electric road freight operations: A case study for Cambridge UK. *IEEE Systems Journal*, 13(2), 2057-2068.
- Nordelöf, A. R. (2019). Life cycle assessment of city buses powered by electricity, hydrogenated vegetable oil or diesel. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 75, 211-222.
- Nwaigwe, K. N. (2019). An overview of solar power (PV systems) integration into electricity grids. *Materials Science for Energy Technologies*, 2(3), 629-633.
- Rinaldi, R. R. (2018). Desain kapal amfibi water school bus sebagai sarana transportasi pelajar untuk rute pelayaran kepulauan seribu-jakarta utara. *Jurnal Teknik ITS*, 7(1), G65-G69.
- Sari, G. K. (2022). INTEGRASI PEMBANGUNAN IBU KOTA NEGARA BARU DAN DAERAH PENYANGGANYA. *STANDAR: Better Standard Better Living*, 1(2), 27-32.
- Sianipar, C. P. (2022). Environmentally-appropriate technology under lack of resources and knowledge: Solar-powered cocoa dryer in rural Nias, Indonesia. *Cleaner Engineering and Technology*, 8, 100494.
- Singh, I. &. (2019). A review on solar energy collection for thermal applications. *International Journal of Advance and Innovative Research*, 6 (2019), 252-259.
- Suherman, B. L. (2022). *Buku Ajar Konversi Energi Listrik*. Yayasan Kita Menulis.
- Suparlan, M. S. (2019). Prototipe Battery Charge Controller Solar Home System Di Desa Ulak Kembahang 2 Kecamatan Pemulutan Barat Kabupaten Ogan Ilir. *Applicable Innovation of Engineering and Science Research (AVoER)*, 658-665.
- Syaputra, E. (2020). *Perancangan Teknologi Publik Tempat Sampah Pintar Bertenaga Solar sel Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno* (Doctoral dissertation, UMSU).
- Tambunan, H. B. (2020). *Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. Deepublish.
- Vepsäläinen, J. R. (2018). Energy uncertainty analysis of electric buses. *Energies*, 11(12), 3267.