

# Studi Potensi Pemanfaatan Energi Baru Terbarukan (EBT) untuk Mendukung Sistem Ketenagalistrikan di Wilayah IKN

Aryo De Wibowo Muhammad Sidik<sup>1</sup>, Harurikson Lumbantobing<sup>2</sup>, Bayu Indrawan<sup>3</sup>, Edwinanto<sup>4</sup>,  
Yudha Putra<sup>5</sup>, Yufriana Imamulhak<sup>6</sup>, Ripal Rinaldi<sup>7</sup>

Universitas Nusa Putra<sup>1,2,3,4,5,6,7</sup>

aryo.dewibowo@nusaputra.ac.id<sup>1</sup>, harurikson.lumbantobing@nusaputra.ac.id<sup>2</sup>, bayu.indrawan@nusaputra.ac.id<sup>3</sup>,  
edwinanto@nusaputra.ac.id<sup>4</sup>, yudha.putra@nusaputra.ac.id<sup>5</sup>, yufriana.imamulhak@nusaputra.ac.id<sup>6</sup>,  
ripal.rinaldi@nusaputra.ac.id<sup>7</sup>

Diterima : 25 Februari 2023

Disetujui : 29 Maret 2023

**Abstract**—Energi adalah salah satu kebutuhan utama manusia untuk mendukung aktivitas yang jumlahnya terus semakin tinggi seiring dengan pertumbuhan penduduk dan ekonomi. Disisi lain, sebagian besar energi yang digunakan saat ini berasal dari energi berbasis fosil yg mempunyai sifat tidak terbarukan sehingga akan habis cadangannya Bila digunakan secara terus menerus. Indonesia secara umum serta wilayah IKN secara khusus mempunyai beraneka ragam potensi energi baru terbarukan (EBT) yg tersebar pada sebagian besar daerahnya, mencakup tenaga surya, tenaga angin, bioenergi, tenaga laut, hingga geothermal. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pemetaan potensi EBT di wilayah IKN untuk mendukung sasaran pemerintah mencapai bauran energi nasional dan mendorong diversifikasi energi pada sistem ketenagalistrikan. Hasil penelitian memberikan adanya potensi EBT yang relatif besar dari berbagai jenis energi di daerah IKN yang bisa dimanfaatkan pada proses konversi menjadi tenaga listrik.

**Keywords** —IKN, Energi Baru Terbarukan, Potensi

## I. PENDAHULUAN

Energi merupakan salah satu kebutuhan dasar yang dapat mendukung berbagai aktivitas yang dilakukan oleh masyarakat di seluruh dunia. Seiring dengan pertumbuhan penduduk dan aktivitas ekonomi yang rumit yang dilakukan orang, kebutuhan akan energi terus meningkat. Banyak industri, termasuk transportasi, bisnis, dan rumah tangga, membutuhkan banyak energi. Mayoritas penggunaan energi di Indonesia masih berasal dari sumber energi tradisional. Hal ini menunjukkan bahwa sumber energi berbasis fosil akan habis karena cadangannya yang terbatas dan proses pembentukannya yang berlarut-larut. Di sisi lain, seiring dengan meningkatnya permintaan akan sumber energi yang berasal dari bahan bakar fosil, maka harga minyak akan naik [1]. Sebagian besar bauran energi yang digunakan

untuk memenuhi kebutuhan negara didasarkan pada bahan bakar fosil. Saat ini persentase masing-masing bentuk energi yang digunakan untuk membangkitkan listrik adalah sebagai berikut: 50% batubara, 29% gas, 7% minyak bumi, dan 14% campuran sumber energi baru dan terbarukan (EBT) [2]. Sementara permintaan energi saat ini meningkat [3], sangat penting untuk mengambil tindakan energi dengan menciptakan sumber energi alternatif untuk memenuhi penggunaan energi domestik. Khusus dalam hal EBT, Indonesia menawarkan berbagai macam sumber daya energi yang kaya, antara lain energi matahari, energi angin, bioenergi, energi laut, energi panas bumi, dan beberapa sumber EBT lainnya. Tergantung pada sifat dan kondisi fisik masing-masing lokasi, Indonesia memiliki beberapa daerah dengan

potensi sumber daya EBT yang berbeda-beda. Negara dengan garis pantai yang panjang dan lautan yang luas sebagai sumber energi dari gelombang yang mengalir di laut tengah dan dalam, perbedaan suhu lapisan laut, energi angin lepas pantai, dan energi listrik surya terapung; kawasan perkotaan besar yang padat penduduk sebagai sumber energi dari sampah dan limbah rumah tangga; deretan gunung berapi sebagai sumber energi panas bumi; pegunungan sebagai sumber energi dari tenaga surya dan angin; dan daerah tropis Indonesia yang dingin di mana tidak ada musim, matahari bersinar sepanjang tahun [4]. Dengan kerja sama lintas sektor yang praktis, dimungkinkan untuk mengubah energi menjadi sumber baru dan terbarukan.

Berdasarkan uraian di atas, literatur penelitian ini akan menganalisis berbagai potensi EBT di wilayah Indonesia, khususnya di wilayah Kabupaten Penajam Paser Utara, Provinsi Kalimantan Timur, untuk membantu upaya pemerintah dalam memenuhi tujuan bauran EBT di sektor ketenagalistrikan. Temuan penelitian ini harus menjadi pedoman bagi pemerintah, PT. PLN (Persero), dunia usaha, dan masyarakat saat bekerja untuk memanfaatkan sepenuhnya potensi EBT dan mengubahnya menjadi energi listrik.

## II. ENERGI BARU TERBARUKAN (EBT)

### A. *Kondisi Energi Baru Terbarukan (EBT) di Indonesia*

Karena letaknya yang berada di garis khatulistiwa, Indonesia memiliki sumber daya energi yang melimpah, baik sumber energi berbasis fosil maupun non-fosil, atau EBT. Namun, hingga saat ini, bahan bakar fosil telah menyumbang sebagian besar produksi dan konsumsi energi. Pemerintah bertujuan untuk memperluas pangsa EBT untuk memastikan ketahanan dan kemandirian energi mengingat penurunan produksi energi berbasis fosil, terutama minyak, dan komitmen dunia untuk menurunkan dampak emisi gas rumah kaca. Setidaknya 23% dari campuran tersebut harus EBT pada tahun 2025 dan 31% pada tahun 2050. Potensi energi terbarukan di Indonesia cukup besar, yaitu 417,8 gigawatt (GW). Menurut

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), potensi ini disediakan oleh berbagai sumber energi terbarukan, seperti yang digambarkan pada Tabel 1. Penyelenggara sistem tenaga listrik dihadapkan pada peluang dan tantangan untuk mendiversifikasi sumber energinya dengan membayar memperhatikan masalah teknis, operasional, dan keuangan [5]–[7].

Tabel 1. Potensi EBT di Indonesia [2]

Jenis Energi Terbarukan	Potensi
Tenaga Air	94,3 GW
Panas Bumi	28,5 GW
Bioenergi	PLT Bio : 32,6 GW dan BBN : 220 Ribu Bph
Surya	207,8 GWp
Angin	60,6 GW
Energi Laut	17,9 GW

Pada akhir tahun 2020, 14% dari tujuan EBT telah tercapai dalam bauran energi negara. Berdasarkan grafik ini, diperlukan rencana yang ideal untuk memenuhi tujuan 2025 untuk bauran EBT. Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) yang diterbitkan oleh PT. PLN (Persero), selama 10 tahun, menyatakan niat untuk menggenjot penggunaan energi terbarukan, khususnya untuk sistem kelistrikan [8]. Pertumbuhan EBT harus mengkoordinir beberapa unsur, antara lain unsur ekonomi, potensi, dan kapasitas. Indonesia akan berupaya mencapai tujuan EBT hingga tahun 2030 dengan membangun pembangkit listrik menggunakan hibrida surya dan angin, bioenergi, gelombang laut, panas bumi, dan sumber energi EBT lainnya sebagai sumber energi utamanya.

Selain itu, trilemma energi pemerataan (energy equity), keamanan (energy security), dan lingkungan harus diperhitungkan ketika merancang sistem tenaga listrik (environmental sustainability). Manajemen energi primer [9], infrastruktur [10]–[12], dan operasi [13], serta kapasitas untuk memenuhi kebutuhan saat ini dan masa depan [14], [15], adalah bagian dari ketahanan energi. Tentu saja, agar aset listrik dapat terus berfungsi dengan baik, perhatian harus diberikan kepada mereka [16]–[19]. Keadilan

energi mengacu pada ketersediaan dan keterjangkauan energi bagi semua orang, baik secara fisik (aksesibilitas) maupun finansial (terjangkau). Kelestarian lingkungan melibatkan pengurangan energi untuk menghindari kemungkinan kerusakan lingkungan, seperti perubahan iklim.

#### B. Energi Baru Terbarukan (EBT) di Kabupaten Penajam Paser Utara

IKN yang berlokasi di Kabupaten Penajam Paser Utara, Provinsi Kalimantan Timur yang secara geografis berbatasan sebelah utara dengan Kabupaten Kutai Kartanegara, sebelah timur dengan Kota Balikpapan, sebelah selatan dengan Kabupaten Paser, dan sebelah barat dengan Kabupaten Paser. Kecamatan ini memiliki koordinat  $116^{\circ}19'30''$  -  $116^{\circ}56'35''$  Bujur Timur dan  $00^{\circ}48'29''$  -  $01^{\circ}36'37''$  Lintang Selatan. Secara geografis Kabupaten Penajam Paser Utara ini memiliki luas 3.333,06 km<sup>2</sup> dan berada pada ketinggian lebih dari 500 meter di atas permukaan laut. Dari total luas wilayahnya, lebih dari 50% berada di sekitar kawasan hutan. Kabupaten Penajam Paser Utara terbagi menjadi 4 kecamatan dengan 54 kelurahan. Untuk peta wilayah Kabupaten Penajam Paser Utara yang terbagi menjadi 4 kecamatan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Kabupaten Penajam Paser Utara

Implementasi perangkat keras dari alat yang dikembangkan untuk sistem pemantauan kesehatan multiparameter dengan prototipe 3D telah dibahas pada bagian ini. Tujuan penting dari alat yang dapat dipakai adalah untuk mengumpulkan informasi penting dan membantu pengguna dalam kondisi fisiologis yang berbeda dengan menyediakan alat yang diperlukan. Sistem yang diusulkan memberikan semua persyaratan sensor yang dapat dikenakan, dan beberapa persyaratan desain dipertimbangkan untuk mengembangkan prototipe. Terutama: Non-invasif dan mudah digunakan, yang membutuhkan ukuran yang ringan dan mini; Desain ujung depan analog (AFE) yang kuat untuk latensi rendah dalam pemrosesan data; Algoritma pemrosesan sinyal yang kuat untuk akuisisi data real-time dan berkualitas tinggi; Sistem hemat biaya dan hemat energi; Skalabilitas untuk penggunaan di mana-mana.

### III. POTENSI ENERGI BARU TERBARUKAN DI WILAYAH IKN

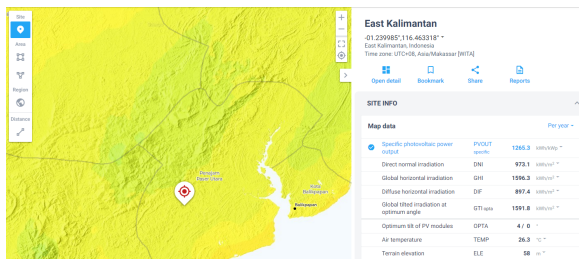
EBT merupakan bentuk energi yang bermanfaat bagi lingkungan karena tidak menghasilkan emisi yang merugikan lingkungan atau berkontribusi terhadap perubahan iklim atau pemanasan global. Hal ini disebabkan karena EBT dibuat dengan menggunakan proses alam yang melimpah dan berkelanjutan (terbarukan). Potensi EBT non-hidro ada di seluruh Indonesia, khususnya di Kabupaten Penajam Paser Utara, Provinsi Kalimantan Timur. Sumber EBT non-hidro ini antara lain energi matahari, angin, bioenergi, dan gelombang laut. Untuk melistriki daerah yang belum terlayani distribusinya, sumber energi terbarukan lokal ini juga dapat digabungkan dengan memanfaatkan sistem microgrid dan infrastruktur pendukung lainnya [21]–[23].

#### A. Energi Matahari

Di garis khatulistiwa, ada negara tropis bernama Indonesia. Karena potensi matahari yang besar, Indonesia memiliki akses sepanjang tahun ke sumber energi terbarukan untuk menghasilkan energi listrik [24]. Sel fotovoltaik, kadang-kadang disebut sebagai teknologi konversi energi fotovoltaik, digunakan untuk mengubah energi primer dari sinar matahari menjadi bahan bakar

sekunder dalam bentuk listrik (PV). Sejak pertama kali ditemukan pada tahun 1883 hingga saat ini, teknologi sel PV telah berkembang pesat. Belakangan ini, terjadi peningkatan efisiensi yang diikuti dengan penurunan harga yang cukup besar.

Namun, bahkan di daerah 3T (terdepan, jauh, dan belum berkembang) di Indonesia, pembangkit listrik tenaga surya, kadang-kadang disebut PLTS, dapat digunakan. PT. Jaringan distribusi PLN (Persero) saat ini melayani sebagian besar wilayah Kabupaten Penajam Paser Utara, Provinsi Kalimantan Timur. Memasang, menggunakan, dan memelihara teknologi PLTS relatif mudah [25]. Untuk menentukan produksi energi tahunan yang diharapkan per wilayah, perlu untuk memilih konfigurasi seperti domestik (perumahan kecil), industri (komersial menengah), sistem PLTS (skala besar yang dipasang di tanah), dan PLTS terapung (skala besar mengambang). selama proses observasi prospektif. Gambar 2 mengilustrasikan bahwa Kabupaten Penajam Paser Utara mengalami rata-rata sinar matahari harian sebesar 4,80 kWh/m<sup>2</sup>.



Gambar 2. Potensi Energi Surya di Kabupaten Penajam Paser Utara

Secara khusus untuk wilayah Kabupaten Penajam Paser Utara dengan konfigurasi rumah tangga atau residensial diketahui terdapat potensi sebesar 1218 Mwh per tahun atau 1600,2 kWh/m<sup>2</sup> [27]. Secara lengkap parameter potensi energi matahari di Kabupaten Penajam Paser Utara ditunjukkan pada Tabel 2. Nilai tersebut akan semakin besar bergantung dengan konfigurasi dan luas lahan yang akan digunakan.

Tabel 2. Data Potensi Energi Matahari di Kabupaten Penajam Paser Utara [27]

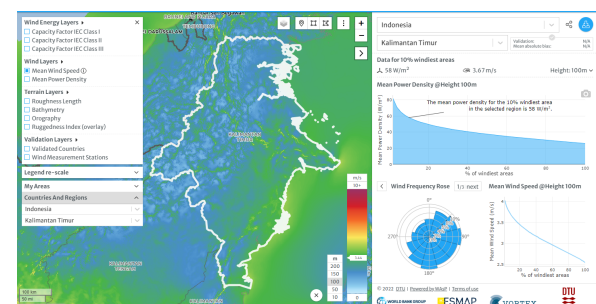
Parameter	Nilai
Direct normal irradiation	973,1 kWh/m <sup>2</sup>
Global horizontal irradiation	1596,3 kWh/m <sup>2</sup>

Parameter	Nilai
Diffuse horizontal irradiation	897,4 kWh/m <sup>2</sup>
Global tilted irradiation at optimum angle	1591,8 kWh/m <sup>2</sup>
Optimum tilt of PV modules	4 / 0°
Air temperature	26,3 °C
Terrain elevation	58 m

Kualitas intermiten atau fluktuasi jumlah penyinaran dalam waktu singkat merupakan salah satu kesulitan dalam pemanfaatan energi surya dalam skala besar [28], [29]. Harmonik, faktor fluktuasi daya [30], fluktuasi, fluktuasi arus, dan fluktuasi sistem [31]–[33] semuanya dapat disebabkan oleh fitur-fitur ini. Sistem tenaga listrik dapat dipengaruhi oleh beberapa keadaan. Akibatnya, perencana sistem harus menentukan tingkat penetrasi pembangkit NRE intermiten [34] dan membuat kompensator untuk memperhitungkan dinamika sistem [35]. Untuk memaksimalkan jumlah energi yang dihasilkan, faktor naungan di sekitar modul surya juga harus diperhitungkan [36].

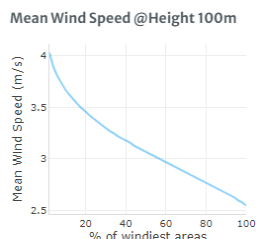
### B. Energi Angin

Secara geografis, Indonesia memiliki potensi angin yang lebih kecil dari ketinggian yang berbeda dibandingkan negara dengan empat musim. Namun seperti yang diilustrasikan pada Gambar 3, terdapat potensi energi angin yang dapat mentransformasi energi listrik di Kabupaten Penajam Paser Utara. Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) adalah sebutan untuk jenis pembangkit yang menggunakan energi angin sebagai bahan bakarnya. Bayu adalah fenomena di mana udara bergerak karena perubahan tekanan dan suhu yang disebabkan oleh pemanasan matahari.



Gambar 3. Potensi Energi Angin di Kabupaten Penajam Paser Utara

Mengenai data indeks kecepatan angin seperti pada Gambar 4, terlihat bahwa potensi angin cukup tinggi menjelang akhir tahun dan awal tahun untuk wilayah Kabupaten Penajam Paser Utara [37]. Untuk memenuhi persyaratan beban secara berkelanjutan, penting untuk memperhatikan cara pengoperasiannya dengan menawarkan sumber alternatif EBT tambahan.



Gambar 4. Index Kecepatan Angin di Kabupaten Penajam Paser Utara

### C. Bioenergi

Bioenergi EBT merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang kini dimanfaatkan untuk mengurangi konsumsi bahan bakar minyak (BBM) di beberapa industri penting. Bioenergi umumnya datang dalam tiga bentuk: biogas, biofuel, dan biomassa, sejenis bahan bakar padat. Peraturan Menteri ESDM Nomor 12 Tahun 2015 yang menyebutkan bahwa Indonesia memiliki target penggunaan biodiesel sebesar 30% dan bioethanol sebesar 20% pada tahun 2025, mendorong penggunaan bioethanol dan biodiesel sebagai bahan bakar pengganti bensin dan solar. untuk transportasi, komersial, dan pembangkit listrik. Selain itu, target penggunaan biodiesel dan bioethanol masing-masing dinaikkan menjadi 30% dan 50% pada tahun 2050.

Sekam padi merupakan salah satu dari berbagai bentuk bahan bakar padat yang dapat dimanfaatkan pada pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) selain batubara [38]. Sekam padi dapat diproses lebih lanjut untuk menciptakan salah satu varietas EBT masa depan yang dijanjikan. Biomassa sekam memiliki potensi, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3, untuk diubah menjadi energi listrik di wilayah Kota Kabupaten Penajam Paser Utara.

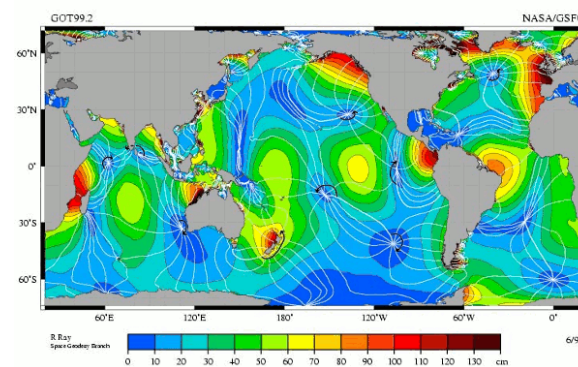
Tabel 3. Data Produksi Padi Sawah di Kabupaten Penajam Paser Utara [39]

Kecamatan	Luas Tanam	Luas Panen
Babulu	13127,5 ha	13042,8 ha
Waru	1283,6 ha	1225,3 ha
Penajam	2166,5 ha	2202,4 ha
Sepaku	1316 ha	1479,5 ha
Kabupaten Penajam Paser Utara		
2021	17893,6 ha	17950 ha
2020	23436 ha	16209 ha
2019	15306 ha	17998 ha

### D. Energi Laut

Salah satu negara dengan wilayah laut terbesar di dunia adalah Indonesia. Lautan meliputi sekitar dua pertiga luas daratan Indonesia. Samudra Hindia, Pasifik, dan Laut Cina Selatan semuanya berada tepat di seberang daratan Indonesia. Hasilnya, Indonesia dapat memanfaatkan potensi energi laut yang luar biasa. Arus laut, konversi energi panas, arus pasang surut, dan gelombang laut dapat menghasilkan energi laut.

Pulau Kalimantan, khususnya bagian timur Kalimantan yang berhadapan langsung dengan Selat Makassar, berpotensi mengembangkan energi dari gelombang laut, seperti terlihat pada Gambar 4. Gelombang tertinggi dalam satu tahun diperoleh pada bulan Januari, yaitu antara 0,55 m hingga 0,66 m, dan terkecil diperoleh pada bulan Mei, yaitu antara 0,45 m hingga 0,47 m. Potensi gelombang laut yang sangat besar ini disebabkan oleh karakteristik angin dan gelombang berdasarkan pola musiman (triwulanan) akibat angin muson.



Gambar 5. Potensi Gelombang Laut [40]

## IV. KESIMPULAN

Potensi EBT di wilayah Kabupaten Penajam Paser Utara telah diulas dalam literatur sebagai hasil dari penelitian ini. Secara umum, Indonesia



memiliki potensi sumber energi terbarukan yang cukup besar seperti energi matahari, energi angin, bioenergi (bioetanol, biodiesel, biomassa), dan energi laut. Terdapat potensi energi surya yang merata di wilayah Kabupaten Penajam Paser Utara yang dapat dimanfaatkan sebagai PLTS baik skala kecil maupun skala besar, energi angin yang berhembus kencang pada akhir tahun dan awal tahun serta dapat dimanfaatkan dimanfaatkan sebagai sumber energi untuk PLTB, produksi sekam padi yang tinggi dan dapat dikonversi menjadi biomassa untuk co-firing PLTU, dan energi laut yang signifikan berupa gelombang akibat angin muson yang lalu.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sulistyono, S. (2013). Pengurangan Subsidi Bbm Fosil Sebagai Momentum Pengembangan Energi Alternatif Jenis Biofuel. *Swara Patra: Majalah Ilmiah PPSDM Migas*, 3(4).
- [2] DEN, "Outlook Energi Indonesia." 2019.
- [3] Purnomoadi, A. P., Priambodo, N. W., Surya, A. S., Tambunan, H. B., Jintaka, D. R., Tofani, K. M., & Ridwan, M. (2021, March). Safety for Electric Shower Water Heater installation in Indonesia. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 1098, No. 4, p. 042047). IOP Publishing.
- [4] Tambunan, H. B. (2020). *Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. Deepublish.
- [5] Tambunan, H. B., Hakam, D. F., Prahastono, I., Pharmatrisanti, A., Purnomoadi, A. P., Aisyah, S., ... & Sandy, I. G. R. (2020). The challenges and opportunities of renewable energy source (RES) penetration in Indonesia: Case study of Java-Bali power system. *Energies*, 13(22), 5903.
- [6] Tambunan, H. B., Pramana, P. A. A., Harsono, B. B. S., Kusuma, A. A., Hartono, J., & Munir, B. S. (2019, July). Future Challenges of Grid-Connected Photovoltaic in Java Bali Power System. In *2019 5th International Conference on Science and Technology (ICST)* (Vol. 1, pp. 1-4). IEEE.
- [7] Tambunan, H. B., Pramana, P. A. A., Harsono, B. B. S. D., Kusuma, A. A., Priambodo, N. W., & Munir, B. S. (2019, April). Multicriteria Decision Approach for Selection of Fault Current Limiters Technology. In *2019 Asia Pacific Conference on Research in Industrial and Systems Engineering (APCoRISE)* (pp. 1-5). IEEE.
- [8] Tambunan, H. B., Surya, A. S., Jintaka, D. R., Harsono, B. B. S., Sinaga, D. H., Sidik, A. D. W. M., & Pramurti, A. R. (2021). Review Proses Perencanaan Jangka Panjang Sistem Tenaga Listrik. *EPIC (Journal of Electrical Power, Instrumentation and Control)*, 4(1).
- [9] Ridwan, M., Tambunan, H. B., Mangunkusumo, K. G. H., Habibie, A. S., & Pramana, P. A. A. (2021, March). Review of digital substation equipment and technical specification in Indonesia. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 1098, No. 4, p. 042053). IOP Publishing.
- [10] Surya, A. S., Harsono, B. B. S., Tambunan, H. B., & Mangunkusumo, K. G. H. (2020, August). Review of Aerial Vehicle Technology for Transmission Line Inspection in Indonesia. In *2020 10th Electrical Power, Electronics, Communications, Controls and Informatics Seminar (EECCIS)* (pp. 49-54). IEEE.
- [11] Priambodo, N. W., Tambunan, H. B., Harsono, B. B. S., Pramana, P. A. A., & Kusuma, A. A. (2018, November). Case study of medium voltage load break switch failure in Indonesia. In *2018 3rd International Conference on Information Technology, Information System and Electrical Engineering (ICITISEE)* (pp. 174-179). IEEE.
- [12] Pramana, P. A. A., Kusuma, A. A., Munir, B. S., & Tambunan, H. B. (2018). Covered conductor burn-down prevention for distribution line in Indonesia. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 197, p. 11003). EDP Sciences.
- [13] Kusuma, A. A., Pramana, P. A. A., Munir, B. S., & Tambunan, H. B. (2018, July). Evaluation of auto-reclose performance of 500kV transmission line with shunt reactor in Indonesia. In *2018 10th International Conference on Information Technology and Electrical Engineering (ICITEE)* (pp. 320-324). IEEE.
- [14] Tambunan, H. B., Barus, D. H., Hartono, J., Alam, A. S., Nugraha, D. A., & Usman, H. H. H. (2020, September). Electrical peak load clustering analysis using K-means algorithm and silhouette coefficient. In *2020 International Conference on Technology and Policy in Energy and Electric Power (ICT-PEP)* (pp. 258-262). IEEE.
- [15] Hartono, J., Surya, A. A., Utami, R. S., Harsono, B., Tambunan, H. B., & Purnomoadi, A. P. (2020, September). Long Term Load Demand Forecasting in Bali Province Using Deep Learning Neural Network. In *2020 International Conference on Technology and Policy in Energy and Electric Power (ICT-PEP)* (pp. 174-178). IEEE.
- [16] Pramana, P. A. A., Surya, A. S., Mangunkusumo, K. G. H., Tambunan, H. B., Jintaka, D. R., Tofani, K. M., & Ridwan, M. (2021, March). Voltage stress reduction for distribution line covered conductor. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 1098, No. 4, p. 042058). IOP Publishing.
- [17] Harsono, B. B. S. D. A., Hartono, J., Priambodo, N. W., Tambunan, H. B., Jintaka, D. R., Tofani, K. M., & Ridwan, M. (2021, March). Technical and economical evaluation of distribution transformer with amorphous metal core in Indonesia. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 1098, No. 4, p. 042059). IOP Publishing.

- [18] Habibie, A. S., Purnomoadi, A. P., Harsono, B. B. S. D. A., Priambodo, N. W., Surya, A. S., Tambunan, H. B., & Tofani, K. M. (2020, August). A Journey of Asset Management in Java-Bali Transmission System. In 2020 10th Electrical Power, Electronics, Communications, Controls and Informatics Seminar (EECCIS) (pp. 27-30). IEEE.
- [19] Harsono, B. S. B., Tambunan, H. B., Munir, B. S., & Priambodo, N. W. (2018, October). The Evaluation of Ceramic Insulator Performance around Thermal Power Plant in Indonesia. In 2018 International Conference on Smart Green Technology in Electrical and Information Systems (ICSGTEIS) (pp. 77-81). IEEE.
- [20] Suryana, A., Junfithrana, A. P., Kusumah, I. H., Artiyasa, M., & De Wibowo, A. (2019). Identifikasi Gas terlarut Minyak Transformator dengan Menggunakan Logika Fuzzy Menggunakan Metode TDCG untuk Menentukan Kondisi Transformator 150 KV. *FIDELITY: Jurnal Teknik Elektro*, 1(1), 11-15.
- [21] Pramana, P., Mangunkusumo, K. G. H., Tambunan, H. B., & Jintaka, D. R. (2021). Revitalisasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Pada Sistem Microgrid Pulau Tomia. *Jurnal Technopreneur (JTech)*, 9(1), 28-37.
- [22] Mangunkusumo, K. G. H., Surya, A. S., Jintaka, D. R., & Tambunan, H. B. (2021, October). Guidance on Communication Media Selection for Advanced Metering Infrastructure in Indonesia. In 2021 3rd International Conference on High Voltage Engineering and Power Systems (ICHVEPS) (pp. 408-413). IEEE.
- [23] Mangunkusumo, K. G. H., Surya, A. S., Jintaka, D. R., & Tambunan, H. B. (2021, October). NB-PLC Performance Evaluation for Advanced Metering Infrastructure. In 2021 3rd International Conference on High Voltage Engineering and Power Systems (ICHVEPS) (pp. 414-418). IEEE.
- [24] Tambunan, H. B., Mare, A. A. S., Pramana, P. A. A., Harsono, B. B. S. D. A., Syamsuddin, A., Purnomoadi, A. P., & Prahastono, I. (2021). A Preliminary Study of Solar Intermittency Characteristic in Single Area for Solar Photovoltaic Applications. *International Journal on Electrical Engineering and Informatics*, 13(3), 581-598.
- [25] Simaremare, A. A., Tambunan, H. B., Pramana, P. A. A., & Munir, B. S. (2018, November). Optimization of Renewable Energy Penetration for Microgrid System—Case Study of Tomia Island. In 2018 3rd International Conference on Information Technology, Information System and Electrical Engineering (ICITISEE) (pp. 180-183). IEEE.
- [26] “Global Solar Atlas.” <https://globalsolaratlas.info/download/indonesia> (accessed Oct. 30, 2022).
- [27] “Global Solar Atlas.” <https://globalsolaratlas.info/map?s> (accessed Oct. 30, 2022).
- [28] Tambunan, H. B., Kusuma, A. A., & Munir, B. S. (2018, July). Maximum Allowable Intermittent Renewable Energy Source Penetration in Java-Bali Power System. In 2018 10th International Conference on Information Technology and Electrical Engineering (ICITEE) (pp. 325-328). IEEE.
- [29] Tambunan, H. B., Pramana, P. A. A., & Munir, B. S. (2019, December). Intermittent Renewable Energy Source (IRES) model of solar energy in Cipayung microgrid system. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1402, No. 3, p. 033103). IOP Publishing.
- [30] Jintaka, D. R., Kusuma, A. A., Tambunan, H. B., Ridwan, M., Mangunkusumo, K. G. H., & Munir, B. S. (2019, October). Analysis of Voltage and Power Factor Fluctuation due to Photovoltaic Generation in Distribution System Model. In 2019 International Conference on Technologies and Policies in Electric Power & Energy (pp. 1-5). IEEE.
- [31] Tambunan, H. B., Pramana, P. A. A., & Munir, B. S. (2018, October). Analysis of maximum intermittent renewable energy source penetration on south of Sulawesi power system. In 2018 Electrical Power, Electronics, Communications, Controls and Informatics Seminar (EECCIS) (pp. 32-35). IEEE.
- [32] Hartono, J., Pramana, P. A. A., Tambunan, H. B., & Munir, B. S. (2019, July). Disturbance Magnitude Estimation using Artificial Neural Network Method. In 2019 International Conference on Electrical Engineering and Informatics (ICEEI) (pp. 570-573). IEEE.
- [33] Jintaka, D. R., Tambunan, H. B., Hartono, J., Harsono, B. B. S., HS, K. M. T., & Munir, B. S. (2018, December). Integration of Intermittent Renewable Energy Source (IRES) to The West Kalimantan Grid. In 2018 2nd Borneo International Conference on Applied Mathematics and Engineering (BICAME) (pp. 317-320). IEEE.
- [34] Tambunan, H. B., Mangunkusumo, K. G. H., Harsono, B. B. S., Simaremare, A. A., Priambodo, N. W., & Munir, B. S. (2018, October). Intermittent Renewable Energy Source (IRES) Penetration Level into Bangka Power System. In 2018 International Conference on Smart Green Technology in Electrical and Information Systems (ICSGTEIS) (pp. 91-94). IEEE.
- [35] Surya, A. S., Marbun, M. P., Marwah, M., Mangunkusumo, K. G. H., Harsono, B. B. S., & Tambunan, H. B. (2020, October). Study of Synchronous Condenser Impact in Jawa-Madura-Bali System to Provide Ancillary Services. In 2020 12th International Conference on Information Technology and Electrical Engineering (ICITEE) (pp. 234-238). IEEE.
- [36] Tambunan, H. B., Purnomoadi, A. P., Pramana, P. A. A., Harsono, B. B. S., Surya, A. S., & Habibie, A. S. (2020, October). Performance of Ground Mounted PV System Affected by Near Shadings Losses. In 2020 2nd International Conference on Industrial Electrical and Electronics (ICIEE) (pp. 46-51). IEEE.

- [37] “Global Wind Atlas.” <https://globalwindatlas.info/area/Indonesia> (accessed Oct. 30, 2022).
- [38] Maulana, R., & Sidik, A. D. W. M. (2019). Design of an Automatic Nutrition System for Hydroponic Plants with an IoT-based NodeMCU Microcontroller. *FIDELITY: Jurnal Teknik Elektro*, 1(2), 1-5.
- [39] Taufik, D. M., & De Wibowo, A. (2020). SISTEM PENETASAN TELUR BERBASIS PLC. *Jurnal Rekayasa Teknologi Nusa Putra*, 7(1), 45-53.
- [40] Dewi, I. P. (2014). Karakteristik Oseanografi untuk Mendukung Agroekosistem di Kutai Timur Provinsi Kalimantan Timur. *Torani Journal of Fisheries and Marine Science*, 24(3).