

MICROGRID EBT MEWUJUDKAN ENERGI BERKELANJUTAN DALAM AKSES LISTRIK MERATA DI INDONESIA

Cahaya Maharani B.Z^{1)*}, Imam Supriyadi¹⁾, Muliahadi Tumanggor¹⁾, Fajar Bayu Nugroho¹⁾, Dzilal Iksan¹⁾

¹⁾ Program Studi Magister Manajemen Pertahanan Jurusan Ketahanan Energi, Universitas Pertahanan RI
Jl. Salemba Raya No. 14, Jakarta Pusat, Indonesia

*email corresponding: cahyambz@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL

Received:
15/05/24

Received in revised:
20/05/24

Accepted:
10/06/24

Online-Published:
30/06/24

ABSTRAK

Energi merupakan kebutuhan pokok yang mendukung berbagai aktivitas dan pilar utama kesejahteraan masyarakat. Dengan meningkatnya kebutuhan energi dan tantangan yang terkait dengan sumber energi fosil, pengembangan teknologi microgrid Energi Baru Terbarukan EBT menjadi solusi, tidak hanya berpotensi mengurangi emisi tetapi juga mendukung energi berkelanjutan yang ramah lingkungan. Sumber energi baru terbarukan yang terintegrasi dalam sistem microgrid seperti solar, angin, air, dan bioenergi. Microgrid EBT sangat penting untuk mendukung diversifikasi sumber energi dan membantu memberikan akses listrik yang merata ke wilayah yang tidak memiliki jaringan listrik konvensional. Penelitian ini menggunakan metode kualitatif. Data diperoleh melalui penelitian literatur, analisis dokumen, dan informasi dari berbagai sumber ilmiah. Hasil penelitian menunjukkan microgrid berbasis EBT memiliki potensi besar untuk memenuhi kebutuhan energi di Indonesia, mendukung pembangunan energi berkelanjutan yang ramah lingkungan, serta mempercepat akses listrik merata di Indonesia.

Kata Kunci : Microgrid, Energi Baru Terbarukan, Keberlanjutan Energi, Akses Listrik Merata, Indonesia

© 2024 The Authors. Published by
Machinery: Jurnal Teknologi Terapan
(Indexed in SINTA)

doi:
<http://doi.org/10.5281/zenodo.12738758>

ABSTRACT

Energy is a basic need that supports various activities and the main pillar of community welfare. With the increasing need for energy and the challenges associated with fossil energy sources, the development of New Renewable Energy microgrid technology is a solution, not only has the potential to reduce emissions but also supports sustainable energy that is environmentally friendly. New renewable energy sources integrated in microgrid systems such as solar, wind, water, and bioenergy. Microgrid EBT is very important to support the diversification of energy sources and help provide equitable access to electricity to areas that do not have conventional electricity networks. This research uses a qualitative method. Data were obtained through literature research, document analysis, and information from various scientific sources. The results show that EBT-based microgrids have great potential to meet energy needs in Indonesia, support environmentally friendly sustainable energy development, and accelerate equitable electricity access in Indonesia.

Keywords : Microgrid, New Renewable Energy, Energy Sustainability, Equitable Electricity Access, Indonesia.

1 PENDAHULUAN

Energi merupakan kebutuhan pokok yang mendukung berbagai aktivitas dan pilar utama kesejahteraan masyarakat. Oleh karena itu, energi sangat penting untuk masyarakat di seluruh dunia. Dengan meningkatnya kebutuhan energi di segala aspek dan risiko yang terkait dengan pasokan bahan bakar fosil, seperti fluktuasi

harga dan kerentanan terhadap gangguan logistik, integrasi EBT melalui microgrid menjadi semakin relevan. Karena Indonesia memiliki banyak sumber energi baru terbarukan, pengembangan teknologi microgrid EBT tidak akan hanya mengurangi emisi tetapi juga akan mendukung pasokan energi yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan serta meningkatkan keamanan energi melalui diversifikasi. Melakukan diversifikasi energi fosil dengan energi baru terbarukan adalah salah satu upaya utama pemerintah Indonesia untuk mengurangi emisi [1].

Energi baru terbarukan (EBT) adalah energi yang berasal dari sumber daya alam yang dapat diperbaharui secara terus-menerus dan tidak terbatas, seperti hidro, matahari, dan angin, serta biomasa [2]. Energi ini tidak terbatas dan dapat digunakan kembali. Pengintegrasian sumber energi baru terbarukan seperti solar PV, turbin angin, air, dan bioenergi ke dalam microgrid menawarkan sejumlah keuntungan yang signifikan. Keuntungan tersebut meliputi pengurangan emisi gas rumah kaca, operasi yang lebih hemat biaya, dan peningkatan ketahanan energi di lingkungan secara berkelanjutan.

Microgrid itu sendiri merupakan sistem distribusi energi lokal yang dapat beroperasi secara terhubung ke jaringan listrik utama atau beroperasi secara mandiri. Dibandingkan dengan sistem konvensional, Microgrid adalah solusi yang menjanjikan untuk menyediakan akses listrik merata di berbagai wilayah Indonesia, terutama di wilayah yang sulit dijangkau oleh jaringan listrik konvensional. Pengembangan dan penerapan teknologi microgrid yang memanfaatkan Energi Baru Terbarukan (EBT) dapat mewujudkan energi berkelanjutan dan menjadi pendorong utama dalam upaya menyediakan akses energi yang lebih luas dan inklusif. Microgrid dapat membantu mewujudkan Daerah Mandiri Energi di daerah yang di mana layanan listrik PLN tidak ada atau tidak dapat diakses [3].

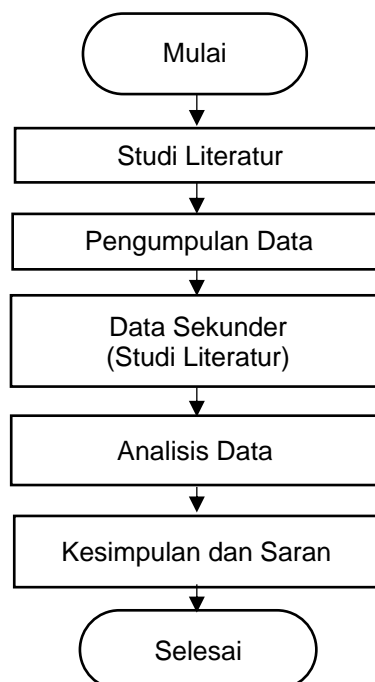
Artikel ini bertujuan untuk melakukan pengkajian mengenai microgrid EBT mewujudkan energi berkelanjutan dalam akses listrik merata di Indonesia. Melalui pengurangan ketergantungan pada bahan bakar fosil di Indonesia.

2. BAHAN DAN METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif, sehingga datanya lebih berfokus pada deskripsi daripada angka. Pengumpulan data dilakukan melalui berbagai sumber seperti studi literatur, analisis dokumen, informasi dari jurnal, buku-buku, riset sebelumnya, artikel ilmiah, serta berita dari situs-situs resmi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam dan menyeluruh tentang topik yang dibahas.

2.1 Diagram Alir

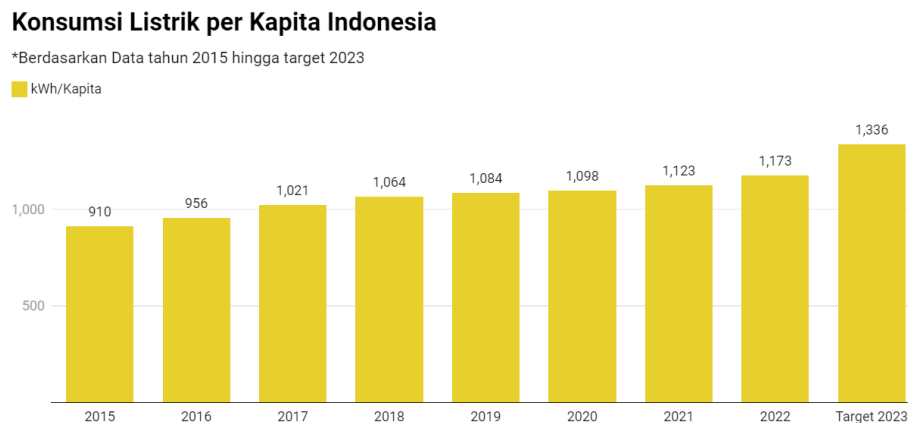
Metode pengumpulan data terdapat pada diagram alir pengumpulan data berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Pengumpulan Data

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kebutuhan energi listrik terus meningkat setiap tahunnya, sehingga perlu diimbangi oleh suplai listrik yang tidak hanya cukup, tetapi juga berkualitas, andal, dan efisien [4]. Kebutuhan listrik di Indonesia terus mengalami peningkatan yang signifikan hal ini karena pertumbuhan ekonomi dan populasi yang terus meningkat. Menurut data sekunder dari ESDM, Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) PLN 2019-2028, kebutuhan listrik Indonesia diperkirakan akan meningkat rata-rata sebesar 42%. Grafik di bawah merupakan data sekunder dari ESDM Indonesia dimana menunjukkan kemajuan yang signifikan dalam peningkatan konsumsi listrik per kapita di Indonesia, yang merupakan indikator positif dari pembangunan dan pertumbuhan ekonomi.



Gambar 2. Grafik Konsumsi Listrik per Kapita Indonesia
Sumber: ESDM Indonesia [5]

Meningkatnya penggunaan listrik tidak selalu menunjukkan distribusi jaringan listrik yang merata di seluruh Indonesia. Dimana Faktanya, beberapa wilayah Indonesia masih belum terhubung ke jaringan listrik, terutama di wilayah terpencil. Sebagai contoh, tingkat elektrifikasi Provinsi Kalimantan Utara adalah 68,94%, dengan 306 desa yang belum teraliri listrik (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral). Akses listrik merupakan infrastruktur penting untuk pertumbuhan dan kesejahteraan masyarakat, sehingga masalah ini menjadi perhatian penting. Untuk memenuhi kebutuhan listrik yang semakin meningkat, Pemerintah memperluas program pembangunan sarana dan prasarana listrik ke wilayah yang sebelumnya tidak memilikinya sumber daya listrik [3].

Dalam konteks ini, jaringan listrik yang handal dan berbasis Energi Baru Terbarukan (EBT) memiliki peran krusial dalam menangani masalah tersebut. Serta peran pemerintah dalam merumuskan langkah-langkah untuk mendukung penyebaran jaringan listrik yang lebih luas dan merata di seluruh Indonesia menjadi sangat penting. Fokus utama dalam hal ini adalah meningkatkan pengembangan microgrid EBT, seperti angin, surya, air dan biomassa, menjadi sumber daya utama yang dipergunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik. Dimana microgrid sebagai sistem distribusi daya listrik yang inovatif, menjadi sarana yang efektif dalam menyebarkan dan memanfaatkan EBT secara lokal di daerah-daerah yang belum teraliri listrik, serta berkontribusi pada keberlanjutan energi di Indonesia. Microgrids menghasilkan energi dengan cara yang lebih bersih dan efisien dan memiliki kemampuan untuk bertahan lama tanpa bahan bakar [6]

3.1 Kebijakan Pemerintah

Untuk mendorong pengembangan Microgrid energi baru terbarukan (EBT) peran pemerintah dalam menciptakan kebijakan menjadi kunci untuk tercapainya akses listrik yang merata serta energi berkelanjutan di Indonesia. Kebijakan yang telah dikeluarkan berupa, UU No. 30/2007 Undang-undang Energi, kerangka hukum untuk pengembangan dan pemanfaatan EBT di Indonesia.

Peraturan Presiden No. 82 Tahun 2019 tentang Program Akselerasi Pembangunan Infrastruktur Prioritas: Peraturan ini mencakup program pembangunan infrastruktur yang merupakan prioritas pemerintah, termasuk pembangunan jaringan listrik di daerah terpencil. Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) Nomor 10 Tahun 2017 tentang Kebijakan Pemanfaatan Energi Terbarukan: Peraturan ini mengatur pengembangan energi terbarukan dalam upaya meningkatkan ketersediaan listrik di wilayah terpencil.

Peran Pemerintah dalam mendorong investasi dan penggunaan EBT. Dalam konferensi *internasional on Technology and Policy in Electric Power and Energy* yang diadakan secara virtual pada Rabu (23/9/2020),

Arifin menyatakan bahwa salah satu solusi adalah Perpres Nomor 18 Tahun 2020. Yang dimana microgrid atau smart grid adalah sistem jaringan tenaga listrik yang dilengkapi dengan teknologi yang mendorong penggunaan energi terbarukan yang lebih baik dan mengurangi penggunaan bahan bakar fosil, karena sifatnya yang intermitten. Dan microgrid atau smart-grid EBT sebagai pendorong tercapainya akses listrik yang merata serta energi berkelanjutan di Indonesia.

3.2 Energi Baru Terbarukan

Energi baru terbarukan (EBT) energi yang berasal dari sumber daya alam yang dapat diperbaharui secara alami, seperti angin, sinar matahari, biomassa, dan hidro. Membuat undang-undang khusus tentang energi baru terbarukan akan membantu mempercepat penerimaan EBT di Indonesia [7]. Menurut Rencana Umum Energi Nasional (RUEN), pemerintah berusaha untuk mempercepat pengembangan EBT untuk mencapai target 23% dari bauran energi nasional pada tahun 2025 (D. EBTKE, 2019) [5].







Tabel 1. perencanaan pembangunan pembangkit listrik berbasis EBT RUEN hingga 2025

Pembangkit	Rencana Pembangunan dalam RUEN
Panas Bumi	7.241,5 Megawatt
Air	13.986,7 Megawatt
Minihidro dan Mikrohidro	1.572,1 Megawatt
Bioenergi	2.006 MegaWatt
Surya	540,5 MegaWatt
Angin	913,9 MegaWatt
EBT lainnya	372 MegaWatt
Total	26.632,7 MegaWatt

Sumber: (D. EBTKE, 2019)

Energi Baru Terbaruka (EBT) dianggap sebagai alternatif yang ramah lingkungan karena tidak memproduksi emisi gas rumah kaca dan tidak menghabiskan sumber daya alam yang terbatas. Oleh karena itu, seperti yang diumumkan pada Konferensi Perubahan Iklim PBB (COP 26) pada 2 November 2021 lalu, Indonesia berkomitmen untuk menurunkan emisi dengan cepat. Negara ini akan dapat berkontribusi lebih cepat pada Net-Zero Emission Dunia (Ditjen EBTKE Kementerian ESDM, 2021). Menurut data dari sumber EBT di Indonesia, potensi energi surya sebesar 3.295 GigaWatt (GW) adalah yang paling besar. Kemudian diikuti oleh potensi energi dari bayu sebesar 155 GigaWatt, hidro sebesar 95 GigaWatt, laut 60 GigaWatt, bioenergi sebesar 57 GigaWatt, dan panas bumi sebesar 24 GigaWatt [8].

Tabel 2. Potensi dan Pemanfaatan EBT

Energi	Potensi (GigaWatt)	Pemanfaatan (GigaWatt)
 Surya	3.295	0,27
 Hidro	95	6,69
 Bioenergi	57	3,09
 Angin	155	0,15
 Panas Bumi	24	2,34
 Laut	60	0
Total	3.686	12,54

Sumber: (D. J. EBTKE, 2023)

Selama pengembangan EBT, diharapkan kapasitas pembangkit dapat masuk ke sistem. Kuota ini dapat dipenuhi melalui pengembangan pembangkit PLN dan rencana pembangkit independen (IPP) yang belum memasuki tahap PPA [9].

3.3 Microgrid

Microgrid adalah pembangkit terdistribusi yang menggunakan berbagai sumber energi. Microgrid didefinisikan sebagai sistem pembangkit lokal dan beban listrik yang saling terinterkoneksi. Sistem pembangkit microgrid biasanya menggunakan sumber energi baru terbarukan. Salah satu fungsi sumber energi baru terbarukan pada microgrid yaitu untuk menyediakan ketersediaan listrik alternatif ketika pasokan listrik utama padam [10]. Teknologi bahan bakar fosil yang bersih dan efisien, seperti turbin mikro, dengan kombinasi daya panas (CHP), dan teknologi pembangkit listrik tenaga baru (EBT) yang ramah lingkungan seperti panel surya fotovoltaik (PV), sel bahan bakar, penyimpanan energi, biogas, angin, hidro, dan sebagainya, R. H. Lasseter mengembangkan microgrid pertama kali pada tahun 2002 [6].

Microgrid memiliki kemampuan untuk meningkatkan integrasi sumber energi baru terbarukan. Melalui microgrid, produsen energi baru terbarukan dapat memantau dan mengelola pasokan energi mereka dengan lebih efisien, mempertimbangkan variabilitas produksi energi terbarukan, dan menyesuaikan dengan perubahan permintaan energi. Selain itu, microgrid juga dapat memfasilitasi penyimpanan energi dan pengaturan beban yang lebih efisien, sehingga memperbesar penggunaan energi terbarukan dan mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil [11].

Dalam upaya mencapai akses listrik yang merata dan mendukung energi berkelanjutan di Indonesia, pengembangan microgrid telah diidentifikasi sebagai strategi utama. Microgrid salah satu teknologi yang dapat mengatasi integrasi EBT ke dalam sistem kelistrikan skala besar dengan cepat dan efisien. Mengintegrasikan EBT dalam bentuk Microgrid ke dalam operasional dapat serta memenuhi kebutuhan listrik pada saat beban puncak ataupun normal dengan lebih baik.

Microgrid dapat beroperasi secara mandiri (stand-alone microgrid) atau terhubung langsung ke grid utama (grid-connected microgrid). Microgrid yang beroperasi secara mandiri memiliki perencanaan yang lebih sederhana, dan Microgrid yang beroperasi secara mandiri lebih sering digunakan pada daerah terpencil yang sulit terjangkau oleh jaringan listrik [12].

Microgrid beroperasi dengan mengintegrasikan banyak sumber EBT yang dimana menggabungkan lebih banyak sumber energi terbarukan setiap tahun, sehingga memengaruhi ketersediaan sumber listrik [13].

Tabel 3. Tipe pembangkit yang umumnya digunakan dalam microgrid

Pembangkit	Prinsip Kerja
Turbin angin	Generator menghasilkan energi listrik dari energi kinetik angin.
Panel surya	menghasilkan energi listrik dari cahaya matahari.
Turbin gas mikro	Mengubah energi panas dari gas alam atau bahan bakar lain menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini kemudian dimasukkan ke dalam generator untuk menghasilkan energi listrik.
Kombinasi pembangkit panas dan daya	Metode pembangkitan yang menghasilkan energi termal (panas atau dingin) dan listrik secara bersamaan lebih efisien daripada pembangkitan termal dan listrik secara terpisah.
Turbin air	Menghasilkan energi mekanik dari energi kinetik air yang mengalir. Energi mekanik ini kemudian menggerakkan generator untuk menghasilkan energi listrik.

Microgrid menggunakan berbagai sumber EBT, seperti turbin angin, panel surya, turbin gas mikro, turbin air, dan kombinasi pembangkit panas dan daya. Penerapan teknologi ini memungkinkan Microgrid menjadi alternatif yang efektif dalam menyediakan listrik, serta membantu meningkatkan akses listrik yang merata dan berkelanjutan di Indonesia.

3.4 Microgrid EBT Mewujudkan Energi Berkelanjutan dalam Akses Listrik Merata di Indonesia

Kelemahan yang terdapat dalam jaringan listrik konvensional telah mendorong pentingnya pengembangan jaringan listrik yang lebih unggul. Microgrid merupakan sebuah jaringan listrik yang terintegrasi

dengan teknologi informasi dan telekomunikasi, memungkinkan adanya komunikasi dua arah antara produsen dan konsumen listrik (Noor & Rahman, 2023).

Penerapan Microgrid berbasis EBT memiliki potensi besar untuk mewujudkan energi berkelanjutan melalui pemerataan akses listrik yang merata di berbagai wilayah. Microgrid merupakan solusi untuk pasokan listrik di wilayah yang belum terjangkau oleh jaringan listrik konvensional dengan memanfaatkan sumber energi terbarukan seperti matahari, angin, air, dan biomassa.

Keunggulan Microgrid terletak pada fleksibilitasnya dalam mengintegrasikan berbagai jenis sumber energi terbarukan secara lokal, serta kemampuannya untuk beroperasi secara mandiri atau terhubung ke jaringan listrik utama. Dengan demikian, penerapan Microgrid EBT menjadi langkah strategis dalam upaya mencapai akses listrik merata dan mempercepat pembangunan infrastruktur energi berkelanjutan di Indonesia. Microgrid diperlukan sebagai pembangkit yang andal utamanya pada daerah terpencil, atau daerah yang tidak terjangkau dengan jaringan listrik dan memakai pembangkit dengan sistem teknologi [14].

Microgrid dengan fokus pada EBT, juga memberikan langkah progresif menuju sistem energi yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Dengan memanfaatkan teknologi Microgrid yang menggabungkan berbagai sumber energi baru terbarukan, diharapkan dapat menciptakan sistem energi yang lebih efisien, merata, dan berkelanjutan, sehingga membantu mencapai target energi berkelanjutan di Indonesia. Energi berkelanjutan di Indonesia mengacu pada upaya untuk membangun sistem energi yang dapat memenuhi kebutuhan generasi saat ini tanpa mengorbankan generasi mendatang [15].

Langkah-langkah ini tidak hanya mendukung akses listrik yang lebih luas, tetapi juga berkontribusi positif terhadap upaya untuk mengurangi dampak perubahan iklim. Pembangunan Microgrid berbasis EBT menjadi poin krusial dalam mencapai tujuan energi berkelanjutan di Indonesia. Dengan melalui pengembangan Microgrid EBT, sinergi antara aspek-aspek ini diharapkan dapat memberikan dampak positif yang komprehensif terhadap penyebaran listrik yang merata serta tercapai energi berkelanjutan di Indonesia.

4. KESIMPULAN

Pengembangan microgrid berbasis Energi Baru Terbarukan (EBT) memiliki potensi besar untuk mengatasi tantangan dalam penyediaan energi di Indonesia. Dengan menggunakan sumber EBT, microgrid dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik di wilayah Indonesia yang belum terjangkau oleh jaringan listrik konvensional. Penggunaan sumber daya lokal seperti matahari, angin, air, dan biomassa dapat secara signifikan meningkatkan ketersediaan listrik dan memastikan keberlanjutan pasokan energi di daerah-daerah terpencil.

Potensi dan Manfaat Microgrid EBT

Microgrid berbasis EBT memberikan beberapa manfaat signifikan:

1. **Pengurangan Emisi:** Microgrid EBT berkontribusi pada pengurangan emisi gas rumah kaca dengan menggantikan bahan bakar fosil dengan sumber energi terbarukan yang lebih bersih.
2. **Diversifikasi Sumber Energi:** Mengurangi ketergantungan pada satu jenis sumber energi dan meningkatkan ketahanan energi melalui diversifikasi.
3. **Akses Listrik Merata:** Microgrid dapat menyediakan listrik di daerah yang sulit dijangkau oleh jaringan listrik konvensional, mendukung pembangunan ekonomi dan peningkatan kesejahteraan masyarakat.
4. **Efisiensi Operasional:** Microgrid dapat dioperasikan secara mandiri atau terhubung ke jaringan utama, memberikan fleksibilitas dan efisiensi operasional yang lebih baik.
5. **Peningkatan Ketahanan Energi:** Dengan integrasi berbagai sumber EBT, microgrid dapat meningkatkan ketahanan energi lokal dan nasional.

Peran Pemerintah dan Kebijakan Pendukung

Peran pemerintah sangat krusial dalam mendukung pengembangan microgrid EBT melalui kebijakan yang tepat dan investasi yang memadai. Beberapa kebijakan yang telah dikeluarkan meliputi:

1. **UU No. 30/2007 tentang Energi:** Kerangka hukum untuk pengembangan dan pemanfaatan EBT di Indonesia.
2. **Peraturan Presiden No. 82 Tahun 2019:** Program Akselerasi Pembangunan Infrastruktur Prioritas termasuk pembangunan jaringan listrik di daerah terpencil.
3. **Peraturan Menteri ESDM No. 10 Tahun 2017:** Kebijakan pemanfaatan energi terbarukan untuk meningkatkan ketersediaan listrik di wilayah terpencil.
4. **Perpres No. 18 Tahun 2020:** Mendorong penggunaan teknologi smart grid untuk mengoptimalkan penggunaan energi terbarukan.

Dampak terhadap Target Energi Berkelanjutan dan Mitigasi Perubahan Iklim

Pengembangan microgrid EBT bukan hanya langkah progresif menuju sistem energi yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan, tetapi juga solusi untuk memastikan akses listrik yang merata di seluruh Indonesia. Dengan peningkatan penggunaan EBT, Indonesia dapat:

1. **Mencapai Target Energi Berkelanjutan:** Memenuhi target bauran energi nasional dengan meningkatkan proporsi EBT hingga 23% pada tahun 2025.
2. **Berperan dalam Mitigasi Perubahan Iklim:** Mengurangi emisi karbon dan berkontribusi positif terhadap upaya mitigasi perubahan iklim global.

Melalui kebijakan yang mendukung dan investasi yang tepat, pemerintah Indonesia dapat mempercepat pengembangan microgrid EBT dan memastikan keberlanjutan serta pemerataan akses listrik di seluruh negeri. Upaya ini tidak hanya akan mendukung pembangunan berkelanjutan tetapi juga meningkatkan kesejahteraan masyarakat dan memperkuat ketahanan energi nasional.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Purwanto, A., Yulianti, D., Sulastri, Y., Tantr, C., & Iskandar. (2023). Evaluasi Energi Baru & Terbarukan (Ebt) Berbasis Bayu Untuk Kalimantan Timur. *Jurnal Analisis Kebijakan*, 4(2), 26–39.
- [2] Setyono, J., Hari, M. F., Febrina, K. A. M., & Soedarto. (2019). Potensi Pengembangan Energi Baru dan Energi Terbarukan di Kota Semarang. *Jurnal Riptek*, 13(2), 177–186. <http://riptek.semarangkota.go.id>
- [3] Yunando, & Sutriyatna. (2018). *Studi Microgrid System Menuju Pembangunan Desa Mandiri Energi*. 10(1), 6–14.
- [4] Nugraha, C. F., & Subekti, L. (2022). Optimisasi Penjadwalan Pembangkit pada Microgrid dengan Mempertimbangkan Respons Beban. *Jurnal Listrik Instrumentasi Dan Elektronika Terapan (JuLIET)*, 3(1), 20–24. <https://doi.org/10.22146/juliet.v3i1.74669>
- [5] EBTKE, D. (2019). Laporan Kinerja Tahun 2019-Direktorat Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi-Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. In *Kementerian ESDM*. <http://ebtke.esdm.go.id/post/2020/05/19/2542/laporan.kinerja.ditjen.ebtke.tahun.2019>
- [6] Marpaung, C. O. P., Siahaan, U., & Sudarwani, M. M. (2020). Perancangan Sistem Microgrid Untuk Mempercepat Akses Terhadap Energi Listrik (Energy Access) Pada Kawasan Wisata Setu Rawalumbu Kota Bekasi. *JURNAL ComunitA Servizio : Jurnal Terkait Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat, Terkhusus Bidang Teknologi, Kewirausahaan Dan Sosial Kemasyarakatan*, 2(1), 352–378. <https://doi.org/10.33541/cs.v2i1.1659>
- [7] Ruslan, R. (2021). Status Pemanfaatan Energi Baru Terbarukan dan Opsi Nuklir dalam Bauran Energi Nasional. *Jurnal Pengembangan Energi Nuklir*, 23(1), 39. <https://doi.org/10.17146/jpen.2021.23.1.6161>
- [8] EBTKE, D. J. (2023). *Laporan Kinerja Direktorat Jenderal EBTKE Tahun 2022*. <https://ebtke.esdm.go.id/flippdf/elibrary.html#pdfflip-lakin2022/>
- [9] Nugroho, F. B., Sri, M., Purnomo, Y., & Cahya, M. B. Z. (2024). *Negara Republik Indonesia Strategic Analysis Of Development Power Plants In West Kalimantan To Support National Defense Republic Of*. 16(1), 1–7.
- [10] Pradipta, J., Friansa, K., Haq, I. N., Leksono, E., Kusumayudha, H., Regita, S., & Wasesa, M. (2021). Peningkatan Kinerja Microgrid Bangunan Kampus dengan Simulasi Multi Skenario dan Analisis Sensitivitas. *Journal of Science and Applicative Technology*, 5(2), 332. <https://doi.org/10.35472/jsat.v5i2.458>
- [11] Noor, F. M., & Rahman, A. F. (2023). Studi Penerapan Integrasi Sumber Energi Baru Terbarukan dengan Smart grid dan Sistem Pengendalian SCADA. *Prosiding Industrial Research Workshop ...*, 526–532. <https://jurnal.polban.ac.id/ojs-3.1.2/proceeding/article/view/5440%0Ahttps://jurnal.polban.ac.id/ojs-3.1.2/proceeding/article/download/5440/3380>
- [12] Zarory, H., Wijaya, F. D., & Sutopo, B. (2014). Kendali Penyimpan Energi Listrik untuk Aplikasi Mikrogrid. *Jnteti*, 3(2), 146–151.
- [13] Adhi, K., & Ardyono, P. (2023). Strategi Peningkatan Kinerja DC Microgrid dengan Konfigurasi DC/AC Coupling. *Jurnal Nasional Teknik Elektro Dan Teknologi Informasi*, 12(3), 175–180. <https://doi.org/10.22146/jnteti.v12i3.7151>
- [14] Mansur. (2022). *Perancangan Optimal Energi Terbarukan Pada Sistem Microgrid*. 8.5.2017, 2022.
- [15] Yusgiantoro, C. F. (2023). Akselerasi Pengembangan Energi Baru Terbarukan Dalam Mendukung Jaringan Listrik Nusantara Guna Ketahanan Energi Nasional.