

Kebijakan Pengembangan Energi Indonesia: Konteks Keberlanjutan, Ekosistem dan Pertumbuhan Ekonomi

^aDurain Parmanoan*, ^bAldri Frinaldi, ^cArdinis Arbain, ^dIndang Dewata

^{a,b,c,d} Program Doktor (S3) Ilmu Lingkungan Universitas Negeri Padang

***Korespondensi:** durain_siregar@unp.ac.id

Info Artikel

Diterima:

20 Agustus 2025

Disetujui:

21 September 2025

Terbit daring:

30 November 2025

DOI: -

Sitasi:

Parmanoan, D., Frinaldi, A.,
Arbain, A., & Dewata, I., (2025).
Kebijakan Pengembangan Energi
Indonesia: Konteks
Keberlanjutan, Ekosistem dan
Pertumbuhan Ekonomi. *Ecosains:
Jurnal Ilmiah Ekonomi dan
Pembangunan*, 14(2), 131-151.

Abstract

Sustainable energy development is a global and Indonesian imperative driven by climate change and rising demand. Indonesia possesses significant renewable energy potential, including solar, hydro, wind, geothermal, and biomass, crucial for national energy security and reducing fossil fuel dependence and environmental impact. Government targets aim for 23% renewables by 2025 and 31% by 2050. However, implementation lags, with only 17.78% utilization in April 2021. Key challenges include the need for substantial investment, high costs, limited infrastructure, and low public awareness. Balancing growing energy needs with environmental preservation is vital. The ideal future is a rapid transition to 60-70% renewables by 2025-2040 to meet net-zero targets and foster sustainable economic growth. Achieving this requires comprehensive strategies, investment, and public participation. An ecosystem-based energy policy is critical for sustainable economic growth. While economic growth often increases energy consumption, integrating strategies like renewable energy development, energy efficiency, and sustainable resource management supports growth while minimizing harm. The ideal future for Indonesia's energy mix involves a rapid transition to 60-70% renewable energy by 2025-2040 to meet net-zero targets.

Keywords: *policy, renewable energy, ecosystem, economic growth*

Abstrak

Pengembangan energi berkelanjutan merupakan keharusan global dan Indonesia yang didorong oleh perubahan iklim dan meningkatnya permintaan. Indonesia memiliki potensi energi terbarukan yang signifikan, termasuk tenaga surya, air, angin, panas bumi, dan biomassa, yang sangat penting untuk ketahanan energi nasional dan mengurangi ketergantungan bahan bakar fosil dan dampak lingkungan. Target pemerintah menargetkan 23% energi terbarukan pada tahun 2025 dan 31% pada tahun 2050. Namun, implementasinya masih lambat, dengan hanya 17,78% pemanfaatan pada bulan April 2021. Tantangan utama termasuk kebutuhan investasi yang besar, biaya yang tinggi, infrastruktur yang terbatas, dan kesadaran masyarakat yang rendah. Menyeimbangkan kebutuhan energi yang terus meningkat dengan pelestarian lingkungan sangatlah penting. Masa depan yang ideal adalah transisi yang cepat menuju 60-70% energi terbarukan pada tahun 2025-2040 untuk memenuhi target nol karbon dan mendorong pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan. Untuk mencapainya, diperlukan strategi yang komprehensif, investasi, dan partisipasi publik. Kebijakan energi berbasis ekosistem sangat penting untuk pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan. Meskipun pertumbuhan ekonomi sering kali meningkatkan konsumsi energi, mengintegrasikan strategi seperti pengembangan energi terbarukan, efisiensi energi, dan pengelolaan sumber daya yang berkelanjutan dapat mendukung pertumbuhan sekaligus meminimalkan dampak negatifnya. Masa depan yang ideal untuk bauran energi Indonesia adalah transisi cepat menuju 60-70% energi terbarukan pada tahun 2025-2040 untuk mencapai target nol karbon.

Kata kunci: kebijakan, energi terbarukan, ekosistem, pertumbuhan ekonomi

Kode Klasifikasi JEL: E52, Q42, Q48, O44, Q56

PENDAHULUAN

Pengembangan energi berkelanjutan menjadi imperatif global dalam menghadapi tantangan perubahan iklim dan kebutuhan energi yang terus meningkat. Sistem energi global saat ini tidak berkelanjutan, memerlukan transisi ke sistem yang lebih berkelanjutan untuk mengurangi emisi dan dampak lingkungan (Bradshaw, 2013). Disamping itu, kebutuhan mendesak untuk diversifikasi sumber daya energi juga ditekankan oleh menipisnya cadangan energi tak terbarukan di Indonesia, yang menggarisbawahi pentingnya pengembangan energi terbarukan sebagai solusi untuk menjaga kedaulatan energi nasional (Nabila, 2016).

Indonesia, sebagai negara berkembang dengan pertumbuhan ekonomi yang pesat, membutuhkan pasokan energi yang cukup untuk pembangunan nasionalnya (Mujiyanto & Tiess, 2013). Pembangkit listrik tenaga surya sering disebut sebagai pemanfaatan energi matahari untuk memenuhi kebutuhan energi listrik (Apribowo et al., 2021). Indonesia, yang terletak di daerah khatulistiwa, memiliki potensi besar untuk energi surya karena paparan sinar matahari yang konsisten sepanjang tahun (Syafii et al., 2020). Rata-rata iradiasi matahari di Indonesia adalah 4,8 kWh/m² per hari, sehingga negara ini sangat cocok untuk pemanfaatan energi surya (Al-Haddad et al., 2020).

Sebagai solusi energi termal, pemanfaatan energi terbarukan selain energi fosil menjadi semakin penting dari sudut pandang konservasi lingkungan ditambah lagi dengan menipisnya bahan bakar fosil (Soedibyo et al., 2020). Kedua energi ini juga saling berhubungan dimana pemanfaatan energi surya dapat mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, mengurangi emisi gas rumah kaca, dan mengurangi dampak lingkungan dari pembangkit listrik konvensional. Energi surya juga ramah lingkungan karena tidak menghasilkan polutan atau gas rumah kaca selama operasi sebagaimana halnya Pembangkit Listrik Tenaga Uap (Hamiyati et al., 2021).

Indonesia memiliki potensi besar untuk pengembangan energi terbarukan, termasuk tenaga surya, tenaga air, tenaga angin, panas bumi, dan biomassa (Boediman et al., 2021). Pemanfaatan angin sebagai sumber energi hanya 2,5 MW dari target 1,8 GW, padahal Indonesia merupakan sumber angin berbasis maritim dengan luas 6.315.222 km² dengan panjang garis pantai 99.093 km² (Koto, 2020). Meskipun potensi energi terbarukan besar, pemanfaatannya di Indonesia masih relatif rendah. Kendala utama adalah kebutuhan investasi yang signifikan. Investasi dalam energi terbarukan ini ke depannya harus diposisikan sangat penting untuk memastikan pasokan energi yang berkelanjutan dan mengurangi ketergantungan negara pada bahan bakar fosil. Pada tahun 2017, bahan bakar fosil masih menjadi sumber energi utama yang menyumbang 72,3% dari Total Pasokan Energi Primer.

Pemerintah Indonesia menargetkan bauran energi terbarukan baru sebesar 23% pada tahun 2025 dalam Rencana Umum Energi Nasional (Aziz, 2021). Indonesia menargetkan untuk mencapai 23% energi terbarukan pada tahun 2025 dan 31% pada tahun 2050. Salah satu sumbernya adalah energi panas bumi yang merupakan sumber energi terbarukan yang signifikan di Indonesia, dengan potensi yang diperkirakan mencapai 29 GW. Pengembangan energi panas bumi dapat berkontribusi signifikan terhadap bauran energi Indonesia dan mengurangi ketergantungan negara pada bahan bakar fosil. Biomassa adalah sumber energi terbarukan yang melimpah di Indonesia, yang dihasilkan dari limbah pertanian, limbah hutan, dan limbah kota (Lantasi et al., 2021).

Untuk percepatan pengembangan energi terbarukan, Indonesia membutuhkan strategi kebijakan yang komprehensif yang meliputi insentif keuangan, kerangka peraturan, dan dukungan penelitian dan pengembangan. Saat ini, total pembangkit listrik di seluruh wilayah Indonesia adalah 31,65 MW. Kebijakan sangat penting dirumuskan dan ditetapkan untuk menghindari terjadinya kecolongan, misalnya jika penggunaan biomassa dikendalikan oleh orang asing, itu akan ironis. Untuk itu pemerintah memberlakukan Perpres No. 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional, yang mengamanatkan target penggunaan energi primer yang optimal untuk tahun 2025 sebagai berikut: minyak bumi tidak lebih dari 20%, gas alam minimal 30%, batu bara minimal 33% dan energi baru dan terbarukan minimal 17%. Dengan Peraturan Pemerintah No. 79 Tahun 2014, pemerintah merevisi target bauran energi untuk tahun 2025, sebagai berikut: minyak bumi maksimal 25%, gas alam minimal 23%, batu bara minimal 26% dan energi baru dan terbarukan minimal 23% (Purwoko & Wibowo, 2020). Target untuk tahun 2050 adalah sebagai berikut: minyak bumi maksimal 20%, gas alam minimal 24%, batu bara minimal 25% dan energi baru dan terbarukan minimal 31% (Purwoko & Wibowo, 2020). Pemerintah Indonesia telah menetapkan target ambisius untuk mengurangi emisi gas rumah kaca sebesar 29% pada tahun 2030. Sektor energi diharapkan memberikan kontribusi yang signifikan terhadap pengurangan emisi (Wanta, 2019).

Ke depan, pengembangan energi berkelanjutan ini tetap menghadirkan tantangan dan peluang bagi Indonesia. Kebutuhan mendesak akan strategi yang lebih efektif dan eksekusi dalam proyek energi terbarukan semakin disorot oleh kemajuan yang sangat lambat (Arwadi et al., 2025). Komunitas internasional semakin prihatin tentang kebutuhan mendesak untuk mengurangi emisi gas rumah kaca, meningkatkan tekanan pada pemerintah di banyak negara, termasuk Indonesia, untuk mengembangkan sumber energi terbarukan (Sahara et al., 2022). Banyak investor asing yang mengincar biomassa Indonesia untuk digunakan sebagai pembangkit listrik. Hal ini mengharuskan Indonesia untuk segera menerapkan kebijakan yang dapat melindungi sumber daya energinya (Shofiyana et al., 2022). Salah satu kendala utama untuk pengembangan energi terbarukan di Indonesia adalah kurangnya investasi. Indonesia perlu menarik investasi swasta yang lebih banyak untuk memenuhi target energi terbarukannya. Terbatasnya infrastruktur dan teknologi, dan kurangnya kesadaran masyarakat juga menjadi tantangan pengembangan energi terbarukan.

Indonesia memiliki kesempatan untuk menjadi pemimpin global dalam energi terbarukan dengan memanfaatkan sumber daya yang melimpah, mengembangkan rantai pasokan energi terbarukan, dan menerapkan kebijakan yang mendukung. Namun, mencapai posisi ini memerlukan mengatasi hambatan yang kompleks dalam berbagai aspek, mulai dari kebijakan hingga pengelolaan sumber daya dan kapasitas teknis (Lou et al., 2024). Indonesia juga harus memprioritaskan keberlanjutan lingkungan dalam pengembangan energi. Pemerintah menargetkan lonjakan penggunaan energi terbarukan menjadi 23% pada tahun 2025 dan 31% pada tahun 2050 (Arwadi et al., 2025). Peningkatan akses listrik di daerah pedesaan juga dapat meningkatkan difusi bauran energi terbarukan (Indah & Rarasati, 2020). Indonesia dapat memanfaatkan potensi besar energi terbarukan untuk mencapai pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan. Perlu peningkatan kualitas infrastruktur dan adopsi teknologi bersih dan ramah lingkungan serta proses industrial untuk memastikan keberlanjutan dan efisiensi penggunaan sumber daya ("Sustainable Development Goals," 2018).

TINJAUAN LITERATUR

Regulasi Pengembangan Energi Saat Ini

Pengembangan energi surya di Indonesia didukung oleh beberapa peraturan pemerintah, seperti Peraturan Menteri ESDM No. 50 Tahun 2017 tentang Pemanfaatan Sumber Energi Terbarukan sebagai Pasokan Listrik dan Peraturan Menteri ESDM No. 49 Tahun 2018 tentang Penggunaan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap oleh pelanggan Perusahaan Listrik Negara (Windarta et al., 2020). Pembangkit listrik tenaga surya telah mengalami pertumbuhan yang signifikan dalam beberapa tahun terakhir, didorong oleh penurunan biaya teknologi surya dan peningkatan kesadaran akan manfaat lingkungan dari energi terbarukan. Dengan mengasumsikan penguasaan pasar hingga 50%, pasar energi surya di Indonesia cukup besar untuk menyerap keluaran dari pabrik sel surya dengan kapasitas hingga 25 MWp per tahun (Heryanto et al., 2022). Peningkatan integrasi sumber daya energi terdistribusi mengarah pada perubahan bisnis energi baru yang memberikan peluang untuk perdagangan energi langsung yang disebut peer-to-peer dan biasanya diaktifkan oleh layanan online berbasis informasi dan komunikasi (Berian & Kaulika, 2020).

Selain itu kebijakan energi di Indonesia telah disusun untuk dijadikan sebagai langkah awal strategi pengembangan energi nasional: (1) Undang-Undang Nomor 30 Tahun 2007 tentang Energi. UU ini menjadi dasar hukum utama untuk pengelolaan energi di Indonesia, termasuk energi terbarukan. Regulasi dan kebijakan energi terbaru ini berfokus pada transisi energi menuju energi terbarukan (EBT) dan peningkatan penggunaan EBT yang mengamanatkan peningkatan penyediaan EBT; (2) Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional. PP ini lebih lanjut menjabarkan UU 30/2007 dan menetapkan target bauran EBT dalam bauran energi nasional. Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2014 ini menargetkan minimal 23% EBT dalam bauran energi nasional pada 2025 dan 31% pada 2050; (3) Peraturan Presiden Nomor 112 Tahun 2022 tentang Percepatan Pengembangan Energi Terbarukan. Perpres ini bertujuan untuk mempercepat pengembangan EBT untuk penyediaan tenaga listrik; (4) Peraturan Menteri ESDM Nomor 26 Tahun 2021. Kementerian ESDM juga mengeluarkan peraturan menteri yang lebih spesifik terkait pengembangan dan pemanfaatan EBT, seperti Peraturan Menteri ESDM Nomor 26 Tahun 2021 tentang Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap; (5) Target Bauran EBT: Pemerintah Indonesia menargetkan bauran energi terbarukan minimal 23% pada 2025 dan 31% pada 2050; (6) Revisi Kebijakan Energi Nasional: Dewan Energi Nasional (DEN) telah melakukan revisi terhadap PP 79/2014 untuk menyesuaikan target bauran EBT, menjadi 17-19% pada 2025. Lebih jauh, kementerian ESDM telah diberikan peran penting dalam merumuskan dan mengimplementasikan kebijakan energi, termasuk kebijakan energi terbarukan.

Sekilas, kebijakan energi Indonesia di atas terlihat hanya fokus pada transisi energi menuju EBT, dengan regulasi yang kuat dan target yang jelas untuk meningkatkan porsi EBT dalam bauran energi nasional. Regulasi ini bertujuan untuk mendukung pembangunan berkelanjutan dan mencapai target emisi nol bersih (net zero emission). Namun dalam implementasinya hal tersebut belum terlihat secara nyata dan masih jauh dari harapan, terutama aspek pertimbangan ekosistem lingkungan. Dalam implementasi lapangan, untuk mencapai target tersebut sering kali mengabaikan ekosistem lingkungan.

Pada April 2021, energi terbarukan hanya menyumbang 17,78% dari total bauran energi primer nasional, angka ini masih jauh dari target pemerintah sebesar 23% pada tahun

2025. Namun, ada kebutuhan untuk mempercepat pengembangan energi terbarukan dengan mempertimbangkan biaya investasi yang kompetitif, implementasi yang cepat, dan sumber daya yang melimpah di negara ini (Fallery & Tjendrasa, 2022). Selain energi surya, Indonesia juga memiliki potensi besar untuk energi biomassa, dengan perkiraan 50 GW energi (Siregar et al., 2018). Meskipun potensi yang signifikan ini, implementasi energi biomassa menghadapi tantangan seperti biaya pengumpulan biomassa yang tinggi, teknologi konversi yang tidak efisien, dan dampak lingkungan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan studi literatur secara kualitatif, memiliki batasan ruang lingkup dan analisis pada kebijakan pengembangan energi nasional (Indonesia). Kajian difokuskan pada regulasi, kesesuaian dan keselarasan regulasi agar mempertimbangan keseimbangan ekosistem lingkungan, tidak hanya semata memenuhi program pencapaian kebutuhan energi, bauran energi dan pertumbuhan ekonomi. Output penelitian adalah analisis berupa telaah regulasi dan pertimbangan penyusunan regulasi yang ideal (ekosistem lingkungan), yang perlu diperhatikan dalam mempertimbangkan pencapaian target pengembangan energi dan perkembangan ekonomi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Fokus Masa Depan Pengembangan Energi Indonesia dan Eksploitasi Sumber Energi

Kebutuhan energi dan konservasi ekosistem adalah dua tujuan penting yang sering bertentangan satu sama lain. Kebutuhan energi Indonesia terus meningkat karena populasi global meningkat dan ekonomi berkembang (Noviriani et al., 2023). Kalau ditelaah, regulasi yang ada belum banyak menyentuh faktor penjagaan ekosistem lingkungan. Pelestarian lingkungan dan sumber daya alam menjadi semakin mendesak untuk menjamin masa depan bumi (Samsol et al., 2021). Energi memiliki pengaruh yang signifikan pada aktivitas masyarakat, berfungsi sebagai input penting untuk pabrik pupuk yang mempengaruhi petani, serta memfasilitasi transportasi dan komunikasi (Muhrom et al., 2017). Sumber energi konvensional yang dominan, seperti bahan bakar fosil, memberikan kontribusi signifikan terhadap emisi gas rumah kaca dan perubahan iklim (Naimah et al., 2020). Selain itu, ekstraksi dan transportasi bahan bakar fosil dapat memiliki konsekuensi lingkungan yang merugikan, seperti deforestasi dan polusi air. Peningkatan pemanfaatan energi listrik oleh masyarakat didorong oleh fleksibilitasnya yang dapat dikonversi menjadi berbagai bentuk energi lain, sehingga mendorong perkembangan yang luas dalam penggunaannya hingga saat ini (Riyadi & Hidayatullah, 2022).

Energi terbarukan menawarkan solusi yang menjanjikan untuk menyeimbangkan kebutuhan energi dengan pelestarian lingkungan. Energi terbarukan berasal dari sumber daya alam yang terus diisi ulang, seperti tenaga surya, angin, air, dan panas bumi. Penggunaan energi besar meningkatkan emisi CO₂ yang dilepaskan ke atmosfer (Samudro, 2016). Energi terbarukan memiliki potensi untuk mengurangi emisi gas rumah kaca secara signifikan dan mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil (Augustone & Pamungkas, 2020). Namun, energi terbarukan juga memiliki tantangan sendiri. Biaya, intermitensi, dan dampak lingkungan merupakan masalah umum yang terkait dengan energi terbarukan. Energi angin

dan surya tidak selalu tersedia, dan energi hidroelektrik dapat memiliki dampak yang signifikan terhadap ekosistem sungai.

Pemanfaatan energi terbarukan dapat membantu mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, yang merupakan sumber utama emisi gas rumah kaca (Munahar et al., 2021). Peningkatan konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer menyebabkan perubahan iklim, yang memiliki konsekuensi yang luas bagi lingkungan dan masyarakat manusia. Selain itu, energi terbarukan dapat membantu meningkatkan kualitas udara dan air, dan mengurangi dampak negatif dari ekstraksi dan transportasi bahan bakar fosil. Energi laut merupakan sumber energi terbarukan yang sangat besar yang belum dimanfaatkan secara luas. Sumber energi terbarukan yang beragam sangat penting untuk memenuhi kebutuhan energi global sambil mengurangi dampak lingkungan.

Dalam beberapa tahun terakhir, teknologi telah membuat energi terbarukan lebih terjangkau dan efisien. Panel surya sekarang lebih murah dan lebih efisien daripada sebelumnya, dan turbin angin menjadi lebih besar dan lebih kuat (Mursyid et al., 2020). Kemajuan ini membuat energi terbarukan menjadi pilihan yang lebih menarik bagi negara-negara di seluruh dunia. Penggunaan energi terbarukan di Indonesia masih menghadapi tantangan, termasuk biaya awal yang tinggi dan ketersediaan infrastruktur yang terbatas (Atma, 2018; Pamungkas et al., 2021). Investasi yang berkelanjutan dalam riset dan pengembangan sangat penting untuk meningkatkan efisiensi dan mengurangi biaya teknologi energi terbarukan. Dengan memanfaatkan limbah alam secara optimal dan kreatif, kesejahteraan dan kemakmuran masyarakat dapat ditingkatkan (Nasution et al., 2023). Konsep energi terbarukan menawarkan solusi yang menjanjikan untuk menghasilkan listrik yang bersih dan berkelanjutan, sehingga mengurangi ketergantungan pada sumber energi konvensional (Setyawan & Setiawan, 2021).

Selain energi terbarukan, konservasi energi juga merupakan komponen penting dalam menyeimbangkan kebutuhan energi dengan pelestarian lingkungan. Konservasi energi adalah tindakan mengurangi jumlah energi yang kita gunakan. Hal ini dapat dilakukan dengan berbagai cara, seperti meningkatkan efisiensi energi bangunan dan peralatan, menggunakan transportasi umum, dan mengurangi konsumsi energi kita secara keseluruhan. Selain itu, upaya adaptasi dapat dilakukan dengan membangun perlindungan daerah pesisir, merencanakan mitigasi dan penanggulangan bencana, serta membudidayakan tanaman tahan iklim dalam aktivitas pertanian (Suartika, 2021). Konservasi energi dapat membantu mengurangi kebutuhan kita akan energi secara keseluruhan, sehingga mengurangi kebutuhan kita akan sumber energi yang merusak lingkungan. Pendidikan tentang energi terbarukan harus dimulai sejak usia dini untuk menanamkan kesadaran akan keberlanjutan energi (Budiyanto & Widiastuti, 2018).

Matriks Kebijakan Energi Indonesia dan Arah Tujuan Ideal

Tabel 1 berikut adalah matriks kebijakan energi Indonesia saat ini dan arah tujuan ideal yang semestinya dapat menjadi pertimbangan arah tujuan ideal untuk mewujudkan bauran energi terbaik berdasarkan kebijakan dan target nasional terkini dengan pertimbangan ekosistem lingkungan.

Tabel 1 Telaah Kebijakan Saat ini dan Arah Tujuan Ideal

Aspek Kebijakan	Kebijakan Saat Ini	Arah Tujuan Ideal
Bauran Energi Primer	Target EBT 23% pada 2025, 31% pada 2050 (PP No. 79/2014).	Meningkatkan EBT menjadi 60-70% pada 2025-2040 untuk mendukung net zero emission 2060.
	Bauran energi 2025: Minyak < 25%, Batubara ≥ 30%, Gas ≥ 22%, EBT ≥ 23%.	Mengurangi ketergantungan minyak menjadi < 20% pada 2050, batubara minimal 25%, gas minimal 24%, EBT ≥ 31%.
Pengembangan Energi Terbarukan	Fokus pada pengembangan EBT seperti panas bumi, mikro hidro, tenaga surya, dan angin.	Memaksimalkan investasi dan pengembangan EBT dengan target investasi USD 25 miliar per tahun hingga 2060.
Konservasi dan Efisiensi Energi	Penurunan intensitas energi final 1% per tahun sampai 2025.	Meningkatkan efisiensi energi di semua sektor untuk mengurangi konsumsi energi dan emisi karbon.
Diversifikasi Energi	Diversifikasi energi dari minyak ke gas dan EBT.	Diversifikasi lebih agresif dengan mengurangi minyak dan batubara, meningkatkan gas dan EBT.
Infrastruktur dan Akses Energi	Meningkatkan kapasitas pembangkit listrik (target 115 GW tahun 2025, 430 GW tahun 2050)	Memperluas akses energi yang adil dan merata serta memperkuat infrastruktur energi terbarukan.
Regulasi dan Pendanaan	Kebijakan energi nasional melalui PP No. 79/2014, RPP KEN terbaru.	Menyusun regulasi yang mendukung insentif investasi EBT dan pengembangan teknologi energi bersih.
Ketahanan dan Kemandirian Energi	Mewujudkan kemandirian energi dengan pengelolaan sumber daya optimal dan berkelanjutan.	Menjadikan energi sebagai modal pembangunan nasional yang berkelanjutan dan berwawasan lingkungan.

Refleksi Kebijakan Energi dari Perspektif Etika Lingkungan

Tabel 2 memperlihatkan telaah kebijakan energi Indonesia yang ditulis ulang dengan sudut pandang (a) Antroposentris, (b) Biosentris (Ekosentris), dan (c) Plurisentris, berdasarkan kebijakan nasional dan prinsip etika lingkungan.

Tabel 2 Telaah Kebijakan Energi dengan Prinsip Etika Lingkungan

Aspek Kebijakan Energi	Antroposentris	Biosentris (Ekosentris)	Plurisentris
Tujuan Utama	Memenuhi kebutuhan energi nasional untuk pertumbuhan ekonomi, kesejahteraan manusia,	Menjamin keberlanjutan ekosistem dan fungsi lingkungan hidup	Menyeimbangkan kebutuhan manusia, kelestarian ekosistem, dan keadilan

	dan penciptaan lapangan kerja.	dalam pengelolaan energi.	antargenerasi serta antar spesies.
Pengelolaan Sumber Daya	Sumber daya energi sebagai aset pembangunan nasional, optimalisasi untuk nilai tambah ekonomi dan industri.	Sumber daya energi dikelola dengan prinsip pelestarian dan efisiensi untuk menjaga keseimbangan ekologis.	Sumber daya dimanfaatkan secara terpadu, efisien, adil, dan berkelanjutan untuk seluruh makhluk hidup dan ekosistem.
Bauran Energi	Fokus pada diversifikasi energi untuk ketahanan energi nasional, dengan prioritas pada kebutuhan manusia.	Meningkatkan porsi energi terbarukan untuk mengurangi dampak negatif pada lingkungan dan ekosistem.	Bauran energi dirancang agar adil bagi manusia, makhluk hidup lain, dan lingkungan, serta memperhatikan keanekaragaman hayati.
Efisiensi dan Konservasi	Efisiensi energi untuk menekan biaya dan meningkatkan daya saing ekonomi nasional.	Efisiensi untuk mengurangi eksploitasi sumber daya dan menurunkan emisi serta limbah.	Efisiensi diarahkan untuk keberlanjutan sosial, ekonomi, dan ekologis secara seimbang.
Akses dan Keadilan Energi	Memperluas akses energi untuk seluruh masyarakat, terutama wilayah terpencil, demi pemerataan kesejahteraan.	Akses energi diberikan dengan memperhatikan daya dukung lingkungan dan kapasitas ekosistem.	Akses energi harus adil bagi manusia dan tidak mengorbankan hak hidup makhluk lain serta keberlanjutan lingkungan.
Regulasi dan Prinsip Dasar	Berbasis pada asas kemanfaatan, rasionalitas, efisiensi, dan peningkatan kesejahteraan masyarakat.	Berbasis pada asas pelestarian fungsi lingkungan hidup dan pembangunan berkelanjutan.	Mengintegrasikan kemanfaatan, keadilan, dan keberlanjutan untuk seluruh sistem kehidupan dan generasi mendatang.

Penjelasan Ringkas:

- Antroposentris: Kebijakan energi berorientasi pada kepentingan manusia dan pembangunan ekonomi nasional, dengan lingkungan sebagai penunjang kebutuhan manusia.
- Biosentris/Ekosentris: Menekankan perlindungan lingkungan dan ekosistem sebagai tujuan utama, serta pemanfaatan energi yang tidak merusak keseimbangan alam.
- Plurisentris: Menggabungkan kepentingan manusia, ekosistem, dan makhluk hidup lain secara seimbang, mengedepankan keadilan dan keberlanjutan lintas spesies dan generasi.
- Tabel 2 ini merefleksikan bagaimana kebijakan energi nasional dapat dianalisis dan diarahkan sesuai dengan tiga perspektif etika lingkungan utama.

Membangun Kebijakan dan Meningkatkan Kesadaran Masyarakat

Kerangka kebijakan yang kuat sangat penting untuk keberhasilan pengembangan energi berkelanjutan. Pemerintah harus menerapkan kebijakan yang mendorong investasi pada energi terbarukan dan efisiensi energi. Selain itu, masyarakat juga harus didorong untuk berpartisipasi dalam upaya konservasi energi melalui sosialisasi yang terarah untuk

meningkatkan kesadaran akan kedaulatan energi Indonesia (Nabila, 2016). Insentif pajak, subsidi, dan standar energi terbarukan dapat membantu menciptakan pasar yang lebih stabil dan menarik untuk energi terbarukan. Pemanfaatan sumber daya panas bumi secara optimal memerlukan kerangka hukum yang kuat dan investasi yang signifikan (Azhar & Suhartoyo, 2015).

Untuk mencapai pengembangan energi berkelanjutan, sangat penting untuk meningkatkan kesadaran masyarakat tentang manfaat energi terbarukan dan konservasi energi. Pendidikan dan kampanye kesadaran dapat membantu orang membuat pilihan yang lebih tepat tentang penggunaan energi mereka. Energi terbarukan telah menjadi isu strategis saat ini baik di tingkat domestik maupun internasional (Fajri et al., 2021). Dengan demikian, masyarakat perlu dilibatkan secara aktif dalam proses pengambilan keputusan terkait pengembangan energi. Peningkatan kesadaran masyarakat dan pemahaman yang lebih baik tentang pentingnya energi bersih dan berkelanjutan juga penting.

Perencanaan tata ruang yang efektif sangat penting untuk memastikan bahwa pengembangan energi berkelanjutan dilakukan dengan cara yang meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan dan masyarakat. Pengembangan energi terbarukan skala besar harus ditempatkan di daerah yang memiliki potensi sumber daya yang tinggi dan dampak lingkungan yang rendah. Pengembangan energi terbarukan yang tidak direncanakan dengan baik dapat memiliki dampak negatif terhadap keanekaragaman hayati, kualitas air, dan penggunaan lahan. Pemerintah perlu melakukan intervensi langsung melalui program dan kegiatan yang dibiayai oleh pemerintah (Nurdin, 2018). Keterlibatan aktif dari semua pemangku kepentingan sangat penting untuk keberhasilan transisi menuju energi berkelanjutan (Hidayati et al., 2023; Maulidia et al., 2018).

Pengembangan energi berkelanjutan membutuhkan pendekatan yang komprehensif yang mempertimbangkan kebutuhan energi dan pelestarian lingkungan (Urban, 2009). Pemerintah, bisnis, dan individu perlu bekerja sama untuk mencapai tujuan bersama ini. Kerja sama internasional sangat penting untuk mengatasi tantangan global perubahan iklim dan mempromosikan energi berkelanjutan (Foo, 2015). Dengan berinvestasi pada energi terbarukan, konservasi energi, dan perencanaan tata ruang yang efektif, kita dapat menyeimbangkan kebutuhan energi kita dengan pelestarian planet ini (Bierbaum & Matson, 2013). Pembangunan berkelanjutan adalah proses pembangunan yang memenuhi kebutuhan saat ini tanpa mengorbankan kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhan mereka (Adianti, 2020). Hal ini melibatkan integrasi pertimbangan ekonomi, sosial, dan lingkungan dalam proses pengambilan keputusan.

Pembentukan Perilaku Hemat Energi dan Pola Hidup Berwawasan Lingkungan

Pengembangan energi berkelanjutan melibatkan transformasi mendalam dalam perilaku masyarakat dan pola hidup (Eliasson & Björnsson, 2003). Masyarakat yang sadar energi secara aktif berpartisipasi dalam upaya konservasi energi dan mengadopsi praktik berkelanjutan dalam kehidupan sehari-hari mereka. Hal ini dapat diwujudkan dengan mengadopsi gaya hidup hemat energi dan ramah lingkungan (Naura et al., 2022). Perilaku hemat energi mencakup tindakan-tindakan sederhana seperti mematikan lampu saat tidak digunakan, menggunakan transportasi umum, dan membeli produk hemat energi. Produk

yang hemat energi dianggap penting dalam mencapai efisiensi dan mengurangi emisi karbon (Li et al., 2021).

Pola hidup berwawasan lingkungan melibatkan pengambilan keputusan yang mempertimbangkan dampak lingkungan dari tindakan kita. Hal ini dapat mencakup tindakan-tindakan seperti mengurangi konsumsi air, mendaur ulang sampah, dan membeli produk yang diproduksi secara berkelanjutan. Masyarakat juga dapat memperoleh keuntungan ekonomi dari mengikuti program pengelolaan sampah, masyarakat bisa mengolah sampah tersebut menjadi barang yang berguna seperti membuat tas, baju, dan perlengkapan lainnya, juga dapat membuat pupuk organik dari sampah-sampah tersebut (Suwandi et al., 2022). Melalui program penanggulangan sampah, masyarakat dapat belajar untuk mengurangi, menggunakan kembali, dan mendaur ulang sampah (Fikri et al., 2022). Perubahan perilaku dan pola hidup membutuhkan pendidikan dan kesadaran yang berkelanjutan.

Pendidikan lingkungan sejak usia dini sangat penting untuk membentuk perilaku hemat energi dan pola hidup berwawasan lingkungan (Purnami, 2021). Kurikulum sekolah harus memasukkan materi tentang energi terbarukan, konservasi energi, dan pengelolaan lingkungan. Pendidikan dan kesadaran akan pengelolaan sampah yang ramah lingkungan penting untuk mengatasi permasalahan sampah di masyarakat (Nasrudin et al., 2020). Pentingnya menanamkan karakter peduli lingkungan sejak dini agar dapat mencintai lingkungan (Intishar et al., 2020). Kampanye kesadaran masyarakat juga dapat membantu meningkatkan pemahaman tentang manfaat energi berkelanjutan dan mendorong orang untuk mengadopsi praktik berkelanjutan (Swarnawati et al., 2023).

Pemerintah dan organisasi non-pemerintah dapat bekerja sama untuk menyelenggarakan kampanye yang efektif yang menargetkan berbagai kelompok masyarakat. Kampanye-kampanye ini dapat menggunakan berbagai media, termasuk media sosial, televisi, dan radio. Penyuluhan menciptakan lingkungan hidup yang bersih dan sehat sangat penting untuk meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya menjaga kebersihan lingkungan (Chaniago et al., 2023). Peran tokoh masyarakat dan tokoh agama juga penting dalam mempromosikan perilaku hemat energi dan pola hidup berwawasan lingkungan. Tokoh-tokoh ini dapat memberikan contoh yang baik dan menginspirasi orang lain untuk mengikuti.

Dengan membentuk perilaku hemat energi dan pola hidup berwawasan lingkungan, kita dapat mengurangi permintaan energi, mengurangi emisi gas rumah kaca, dan melindungi lingkungan untuk generasi mendatang. Program pendampingan masyarakat juga dapat dilakukan untuk meningkatkan pemahaman masyarakat tentang urgensi pengelolaan sampah rumah tangga sehingga sampah dapat lebih bernilai ekonomis dalam sebuah bank sampah (Samadikun, 2018). Pendidikan memiliki peran yang sangat penting dalam upaya konservasi energi. Konservasi sumber daya alam, termasuk air dan energi, sangat penting untuk ditekankan, terutama pada anak-anak (Yulyanto et al., 2022). Upaya ini didukung dengan sosialisasi dan praktik yang akan memberikan pengetahuan dan mengubah perilaku masyarakat ke arah yang lebih baik (Chaniago et al., 2023; Nasrudin et al., 2020; Sari & Gantini, 2019).

Tantangan dan Hambatan dalam Pengembangan Energi Berkelanjutan

Meskipun ada banyak manfaat dari energi berkelanjutan, ada juga beberapa tantangan dan hambatan yang perlu diatasi. Transisi menuju energi berkelanjutan memerlukan perubahan teknologi, ekonomi, dan sosial yang signifikan. Salah satu tantangan utama adalah biaya awal yang tinggi dari teknologi energi terbarukan. Meskipun biaya energi terbarukan telah menurun secara signifikan dalam beberapa tahun terakhir, mereka masih lebih mahal daripada bahan bakar fosil di banyak kasus. Selain itu, infrastruktur energi terbarukan, seperti pembangkit listrik tenaga surya dan angin, memerlukan investasi besar dalam pembangunan dan pemeliharaan.

Kurangnya kesadaran dan informasi tentang energi berkelanjutan juga menjadi hambatan. Pengembangan energi berkelanjutan di Indonesia menghadapi tantangan kompleks yang membutuhkan pertimbangan yang cermat terhadap kebutuhan sumber daya dan pelestarian ekosistem.

Kebutuhan Sumber Daya dan Tantangan Indonesia

Sebagai negara berkembang, Indonesia mengkonsumsi energi dengan 114 Juta Ton Setara Minyak dan diperkirakan permintaan energi akan meningkat hingga 167,4 Juta Ton Setara Minyak pada tahun 2050 oleh Kementerian Energi Indonesia (Haekal et al., 2020). Diperkirakan ada peningkatan kebutuhan energi yang dibutuhkan di Indonesia pada khususnya dan dunia, secara umum karena pertumbuhan populasi, pertumbuhan ekonomi, dan pola konsumsi energi terus meningkat (Mashudi, 2017).

Ketergantungan yang tinggi pada minyak dan dampak negatif terhadap perekonomian menimbulkan kekhawatiran tentang keberlanjutan keamanan energi dan ekonominya di masa depan (Mardiana et al., 2018). Pada tahun 2006, minyak bumi menyumbang 52% dari total konsumsi energi nasional (Purwoko & Wibowo, 2020). Pada akhir tahun 2018, realisasi bauran energi Indonesia adalah sebagai berikut: 46% minyak bumi, 23% gas alam, 26% batu bara, 5% energi baru dan terbarukan (Purwoko & Wibowo, 2020).

Pemerintah harus berusaha mengurangi penggunaan minyak bumi dalam periode 2018-2025. Indonesia meningkatkan produksi minyak sawitnya dari 31,07 juta ton pada tahun 2015 menjadi 42,9 juta ton pada tahun 2018; dan diprediksi akan meningkatkannya produksinya menjadi 49,71 juta ton pada tahun 2021 (Sahara et al., 2022). Peningkatan produksi kelapa sawit memiliki implikasi signifikan terhadap ketahanan energi nasional, terutama di sektor biodiesel (Firdaus et al., 2020). Namun, perlu dicatat bahwa kapasitas produksi bahan baku dan minyak goreng dari kelapa sawit masih rendah (Primadasa & Tauhida, 2020; Tamara et al., 2020).

Kebijakan Energi Berbasis Ekosistem terhadap Pertumbuhan Ekonomi

Kebijakan energi berbasis ekosistem menjadi semakin krusial dalam konteks pembangunan ekonomi berkelanjutan, mengingat adanya keterkaitan erat antara pertumbuhan ekonomi, konsumsi energi, dan dampak lingkungan (Coronado et al., 2024). Pertumbuhan ekonomi seringkali dihubungkan dengan peningkatan kesejahteraan masyarakat, yang diukur melalui peningkatan produksi barang dan jasa serta peningkatan kualitas sumber daya manusia (Suparta & Malia, 2020). Pertumbuhan ekonomi memfasilitasi pembangunan di berbagai sektor, yang pada gilirannya meningkatkan pendapatan per kapita

(Sari et al., 2020). Produk Domestik Bruto sering digunakan sebagai indikator utama pertumbuhan ekonomi, di mana PDB yang tinggi mencerminkan peningkatan pendapatan masyarakat dan mendorong investasi lebih lanjut (Ganar et al., 2021). Dalam perencanaan dan tujuan pembangunan daerah, penetapan target laju pertumbuhan yang tinggi selalu menjadi prioritas (Widada et al., 2020). Namun, pertumbuhan ekonomi yang tinggi seringkali memerlukan peningkatan konsumsi energi, yang dapat berdampak negatif terhadap lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Peningkatan konsumsi energi dapat meningkatkan emisi gas rumah kaca, berkontribusi pada perubahan iklim, dan mempercepat degradasi sumber daya alam (Abdillah, 2024).

Oleh karena itu, kebijakan energi yang berkelanjutan harus dirancang untuk meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan sambil tetap mendukung pertumbuhan ekonomi. Implementasi kebijakan energi berbasis ekosistem dapat mencakup berbagai strategi, seperti pengembangan energi terbarukan, peningkatan efisiensi energi, dan pengelolaan sumber daya alam yang berkelanjutan. Energi terbarukan, seperti tenaga surya, tenaga angin, dan tenaga air, menawarkan alternatif yang lebih bersih dibandingkan dengan bahan bakar fosil dan membantu mengurangi emisi karbon. Peningkatan efisiensi energi dapat mengurangi konsumsi energi secara keseluruhan tanpa mengorbankan produktivitas ekonomi. Pengelolaan sumber daya alam yang berkelanjutan memastikan bahwa sumber daya alam digunakan secara bertanggung jawab dan tidak dieksploitasi secara berlebihan. Kebijakan ini juga harus mempertimbangkan aspek sosial dan ekonomi, seperti menciptakan lapangan kerja hijau dan meningkatkan akses terhadap energi bersih bagi masyarakat miskin. Implementasi kebijakan energi berbasis ekosistem juga dapat didorong oleh inovasi teknologi dan investasi dalam riset dan pengembangan. Selain itu, pendekatan pengelolaan sampah yang baik dapat membantu mengatasi masalah lingkungan yang disebabkan oleh peningkatan produksi dan konsumsi (Chandra et al., 2022).

Pengembangan sektor basis menjadi prioritas utama karena dapat berperan besar bagi kemajuan ekonomi daerah (Rahmania et al., 2022). Dalam konteks ini, kolaborasi antara pemerintah, sektor swasta, dan masyarakat sangat penting untuk memastikan keberhasilan implementasi kebijakan energi berbasis ekosistem (Parmanoan et al., n.d.). Sektor swasta memiliki peran penting dalam menyediakan teknologi dan investasi yang diperlukan untuk pengembangan energi terbarukan dan efisiensi energi (Ghorashi & Maranlou, 2021). Pemerintah dapat memberikan insentif dan regulasi yang mendukung investasi swasta dalam energi bersih. Masyarakat juga perlu dilibatkan dalam pengambilan keputusan dan pelaksanaan kebijakan energi, sehingga mereka merasa memiliki dan bertanggung jawab terhadap keberhasilan program-program energi berkelanjutan. Partisipasi masyarakat dalam pengelolaan sampah juga sangat penting untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan (Chandra et al., 2022). Keberhasilan inovasi berkelanjutan memerlukan dukungan kebijakan yang kuat, struktur tata kelola yang efektif, peningkatan kapasitas, dan partisipasi inklusif (Hidayati et al., 2023). Selain itu, perlu adanya upaya konservasi energi yang berkelanjutan.

Untuk mencapai pembangunan ekonomi yang berkelanjutan, kebijakan energi berbasis ekosistem harus diintegrasikan ke dalam perencanaan pembangunan yang lebih luas. Hal ini berarti bahwa pertimbangan lingkungan harus menjadi bagian integral dari semua kebijakan ekonomi dan sosial. Perencanaan pembangunan ekonomi yang komprehensif dan

terintegrasi sangat penting untuk memastikan bahwa semua kegiatan dan program pembangunan mendukung tujuan pembangunan berkelanjutan (Nurdin, 2018). Selain itu, pemerintah daerah perlu mendukung pengembangan dan penerapan teknologi ramah lingkungan dalam pengelolaan sampah, dengan memberikan insentif kepada perusahaan yang mengembangkan dan menerapkan teknologi tersebut. Melalui partisipasi aktif, masyarakat dapat memperoleh keuntungan ekonomi dari pengelolaan sampah, seperti mengolah sampah menjadi barang yang berguna atau pupuk organik (Suwandi et al., 2022). Pengelolaan sampah dari hulu ke hilir harus melibatkan seluruh masyarakat. Peningkatan efisiensi energi tidak hanya mengurangi konsumsi energi tetapi juga membantu mencapai tujuan rendah karbon (Branca et al., 2021).

DISKUSI

Diversifikasi sumber energi sangat penting untuk ketahanan energi Indonesia, dan energi terbarukan menawarkan solusi yang layak untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil (Sari & Sopha, 2020). Bioenergi dalam bentuk bahan bakar gas dan cair dapat memainkan peran penting dalam menyeimbangkan fluktuasi energi matahari dan angin di jaringan listrik (Simaremare et al., 2021). Meskipun terdapat peraturan pendukung, adopsi energi surya di Indonesia masih menghadapi tantangan seperti biaya awal yang tinggi, kurangnya kesadaran, dan infrastruktur jaringan yang tidak memadai (Rahmawati et al., 2020). Pengembangan energi terbarukan di Indonesia dilakukan dengan mempertimbangkan keseimbangan dengan aspek lain, yaitu Keamanan Energi, Keadilan Energi, dan Keberlanjutan Energi atau disebut Trilema Energi (Sommeng & Anditya, 2018). Biaya pembangkitan listrik dari energi terbarukan semakin kompetitif dengan bahan bakar fosil, tetapi biaya awal sistem energi terbarukan masih menjadi penghalang bagi banyak konsumen. Selain itu, investasi energi terbarukan dapat menciptakan lapangan kerja baru dan mendorong pertumbuhan ekonomi di daerah pedesaan. Untuk mengatasi tantangan pengembangan energi terbarukan, pemerintah Indonesia telah menerapkan berbagai kebijakan dan insentif untuk menarik investasi swasta.

Ringkasnya, arah tujuan ideal bauran energi terbaik adalah sbb:

- **Transisi Cepat ke Energi Terbarukan:** Meningkatkan porsi energi baru dan terbarukan (EBT) minimal 60-70% dalam bauran energi primer pada periode 2025-2040 untuk mendukung target net zero emission tahun 2060.
- **Pengurangan Ketergantungan Energi Fosil:** Menurunkan porsi minyak bumi di bawah 20% dan batubara minimal 25% pada 2050, dengan peningkatan gas bumi sebagai energi transisi.
- **Investasi dan Teknologi:** Memperkuat investasi tahunan sekitar USD 25 miliar untuk pengembangan EBT dan teknologi energi bersih guna mencapai target jangka panjang.
- **Efisiensi dan Konservasi Energi:** Mengurangi intensitas energi final secara berkelanjutan untuk mendukung pembangunan ekonomi yang lebih hijau dan efisien.
- **Akses Energi Merata dan Infrastruktur:** Memastikan akses energi yang adil dan merata bagi seluruh masyarakat serta pengembangan kapasitas pembangkit listrik yang ramah lingkungan.

Dengan matriks ini, Indonesia dapat mengarahkan kebijakan energi nasionalnya menuju bauran energi yang optimal, berkelanjutan, dan mendukung pembangunan ekonomi nasional yang hijau dan mandiri. Kebijakan ini juga sekaligus memberikan ruang baru pada pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan karena Indonesia sangat kaya dengan sumber energi terbarukan dengan selalu mempertimbangkan ekosistem lingkungan.

SIMPULAN

Transisi ke energi berkelanjutan membutuhkan strategi komprehensif yang mencakup pengembangan teknologi, kebijakan yang mendukung, dan kesadaran masyarakat sangat krusial untuk diwujudkan oleh pemerintah dan masih terus harus diimplementasikan dalam program nyata. Peningkatan penggunaan energi terbarukan akan mengurangi emisi gas rumah kaca secara signifikan dan mengurangi dampak perubahan iklim. Dengan memanfaatkan sumber daya alam yang melimpah dan menerapkan kebijakan yang tepat, Indonesia dapat mencapai ketahanan energi dan mengurangi dampak lingkungan dari pembangkit listrik. Meskipun substitusi minyak dengan gas alam merupakan langkah yang lebih ramah lingkungan, pengembangan energi terbarukan tetap penting untuk mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan (Sugiyono & Adiarso, 2021).

Indonesia bertujuan untuk mengurangi emisi gas rumah kaca sebesar 29% pada tahun 2030 dan sebesar 41% dengan dukungan internasional. Target ini dapat dicapai dengan mempromosikan penggunaan teknologi rendah karbon dan berinvestasi dalam energi terbarukan (Sugiyono & Adiarso, 2021). Indonesia harus mengatasi tantangan seperti praktik pertambangan yang tidak berkelanjutan, persaingan penggunaan lahan, dan hambatan peraturan untuk mewujudkan manfaatnya (Lou et al., 2024). Pemanfaatan energi terbarukan harus dilakukan secara efisien untuk memberikan manfaat yang optimal bagi lingkungan, ekonomi, dan masyarakat ("Indonesia Country Climate and Development Report," 2023). Pemerintah Indonesia berfokus untuk meningkatkan kualitas SDM dan energi terbarukan sebagai peran serta Indonesia dalam mewujudkan Sustainable Development Goals (Fadhilah et al., 2023).

Di sisi lain, kebijakan energi berbasis ekosistem ini memiliki potensi besar untuk mendukung pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan. Investasi dalam energi bersih, efisiensi energi, dan pengelolaan sumber daya alam yang berkelanjutan dapat menciptakan lapangan kerja baru, meningkatkan daya saing ekonomi, dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan (Noviriani et al., 2023). Namun, berbagai faktor dapat mempengaruhi implementasi program-program pemberdayaan ekonomi masyarakat. Oleh karena itu, pemahaman yang mendalam tentang faktor-faktor ini sangat penting untuk merancang program-program pemberdayaan yang efektif dan berkelanjutan.

DAFTAR RUJUKAN

- Abdillah, F. (2024). Dampak Ekonomi Digital Terhadap Pertumbuhan Ekonomi di Indonesia. *Benefit*, 2(1), 27. <https://doi.org/10.37985/benefit.v2i1.335>
- Adianti, S. Y. (2020). Perencanaan Tata Ruang sebagai Upaya Mewujudkan Pembangunan Kota Berkelanjutan (Studi Analisis Rencana Tata Ruang Wilayah

- Kota Mojokerto). *Jurnal Ilmiah Administrasi Publik*, 6(1), 108. <https://doi.org/10.21776/ub.jiap.2020.006.01.13>
- Al-Haddad, A., Hafidhuddien, M. A., Kristi, Ant. A., Rachman, N. A., Susanto, B., Risdiyanto, A., & Junaedi, A. (2020). Perancangan Sistem Pendingin Photovoltaic dengan Memanfaatkan Kontroler Water Spray. *ELKHA*, 12(2), 47. <https://doi.org/10.26418/elkha.v12i2.39647>
- Apribowo, C. H. B., Nizam, M. F., Pramono, S., Maghfiroh, H., & Hakim, K. (2021). Design and Analysis Performance Solar Power Plant 15 kW By Maximizing Final Yield and Performance Ratio In Small-Medium Office. *IOP Conference Series Materials Science and Engineering*, 1096(1), 12082. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1096/1/012082>
- Arwadi, Y., Torku, A., Tetteh, M. O., & Bondinuba, F. K. (2025). Strategies to Optimise Project Management Implementation in the Delivery of Renewable Energy Projects in Indonesia. *Buildings*, 15(7), 1049. <https://doi.org/10.3390/buildings15071049>
- Atma, P. (2018). A Legal Analysis of Governing New Energy Related-Technology through Public and Private Regulations in Indonesia. <https://doi.org/10.2991/iceml-18.2018.53>
- Augustone, N., & Pamungkas, P. (2020). POTENSI PERENCANAAN ALIRAN AIR BENDUNGAN SEI GONG SEBAGAI SUMBER ENERGI TERBARUKAN MELALUI PLTMH. *Journal of Civil Engineering and Planning*, 1(1), 1. <https://doi.org/10.37253/jcep.v1i1.714>
- Azhar, M., & Suhartoyo, S. (2015). ASPEK HUKUM KEBIJAKAN GEOTHERMAL DI INDONESIA. *LAW REFORM*, 11(1), 123. <https://doi.org/10.14710/lr.v11i1.15761>
- Aziz, A. (2021). SWOT analysis on geothermal energy development in Indonesia and fiscal incentives needed. *International Journal of Smart Grid and Clean Energy*, 234. <https://doi.org/10.12720/sgce.10.3.234-243>
- Berian, Z. Y., & Kaulika, V. O. (2020). Can Energy Trading be a Solution for Indonesia's Energy Mix Goal through Solar Energy? *Indonesian Journal of Energy*, 3(2), 94. <https://doi.org/10.33116/ije.v3i2.89>
- Bierbaum, R. M., & Matson, P. A. (2013). Energy in the Context of Sustainability. *Daedalus*, 142(1), 146. https://doi.org/10.1162/daed_a_00191
- Boediman, A., Rahadi, R. A., & Nugraha, B. A. (2021). An Overview of Indonesian Renewable Energy Studies and Its Investment Opportunities. *Indonesian Journal of Energy*, 4(2), 87. <https://doi.org/10.33116/ije.v4i2.123>
- Bradshaw, M. (2013). Sustainability, Climate Change, and Transition in Global Energy (p. 48). <https://doi.org/10.1002/9781118326275.ch3>
- Branca, T. A., Fornai, B., Colla, V., Pistelli, M. I., Faraci, E. L., Cirilli, F., & Schröder, A. (2021). Industrial Symbiosis and Energy Efficiency in European Process Industries: A Review [Review of Industrial Symbiosis and Energy Efficiency in European Process Industries: A Review]. *Sustainability*, 13(16), 9159. Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/su13169159>
- Budiyanto, C. W., & Widiastuti, I. (2018). Hands-on learning on renewable energy – A proposed approach for technology dissemination. *AIP Conference Proceedings*, 1977, 60017. <https://doi.org/10.1063/1.5043029>

- Chandra, R., Putra, N., & Yenni, R. (2022). Warga Kota Padang Produksi 640 Ton Sampah Sehari, Tak Semuanya Sampai ke TPA.
- Chaniago, E., Lubis, A., & Ani, N. (2023). Penyuluhan menciptakan lingkungan hidup yang bersih dan sehat di Desa Bakaran Batu Kecamatan Batang Kuis Kabupaten Deli Serdang. *Jurnal Derma Pengabdian Dosen Perguruan Tinggi (Jurnal DEPUTI)*, 3(1), 153. <https://doi.org/10.54123/deputi.v3i1.234>
- Coronado, M. H. V., Valderrama, C. J. M., Valencia-Arías, A., Huamán, H. I. M., Valencia, J., & Cardona-Acevedo, S. (2024). Analysis of research trends on economic growth and environmental degradation: a bibliometric study. *Sustainable Environment*, 10(1). <https://doi.org/10.1080/27658511.2024.2345445>
- Eliasson, E. T., & Björnsson, O. B. (2003). Multiple integrated applications for low-to medium-temperature geothermal resources in Iceland. *Geothermics*, 32, 439. [https://doi.org/10.1016/s0375-6505\(03\)00051-8](https://doi.org/10.1016/s0375-6505(03)00051-8)
- Fadhilah, N., Risanti, D. D., Wahyuno, R. A., Sawitri, D., Mawarani, L. J., Zulkifli, Z., Muharja, M., Arimbawa, I. M., & Raafi'u, B. (2023). Energy Experiment Teaching Kit sebagai Alat Bantu Materi Pembelajaran Energi Terbarukan yang Interaktif dalam Meningkatkan Keterampilan Sains Siswa SDN Ajung 01 Kalisat. *Sewagati*, 7(4), 634. <https://doi.org/10.12962/j26139960.v7i4.591>
- Fajri, H., Akmal, A. D., Saputra, B., Wahyuni, N., Ilham, Q. P., & Maani, K. Dt. (2021). Integration of renewable energy policies between central and regional governments. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*, 896(1), 12037. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/896/1/012037>
- Fallery, F., & Tjendrasa, K. (2022). Fair Valuation of a Renewable Energy Company in Indonesia. *Jurnal Ilmiah Manajemen Dan Bisnis*, 8(1), 39. <https://doi.org/10.22441/jimb.v8i1.14076>
- Fikri, S., Sururie, R. W., Furry, N., Paozan, H., Wijaya, B. Y., & Iman, N. N. (2022). Ecobrick sebagai solusi menangani sampah bagi masyarakat desa indragiri. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Pemberdayaan Inovasi Dan Perubahan*, 2(3). <https://doi.org/10.59818/jpm.v2i3.35>
- Firdaus, A., Machfud, M., Suryani, A., & Achsani, N. A. (2020). IMPACT OF BIODIESEL AGROINDUSTRY ON THE ACHIEVEMENT OF NATIONAL ENERGY SECURITY. *SINERGI*, 24(2), 153. <https://doi.org/10.22441/sinergi.2020.2.009>
- Foo, K. Y. (2015). A vision on the opportunities, policies and coping strategies for the energy security and green energy development in Malaysia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 51, 1477. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.07.041>
- Ganar, Y. B., Zulfitra, Z., & Sampurnaningsih, S. R. (2021). Pengaruh Nilai Investasi, Tenaga Kerja dan Pengeluaran Pemerintah terhadap Pertumbuhan Ekonomi Indonesia Periode 1999-2019. *Jurnal Disrupsi Bisnis*, 4(1), 44. <https://doi.org/10.32493/dr.b.v4i1.9120>
- Ghorashi, A. H., & Maranlou, H. (2021). Essential infrastructures and relevant policies for renewable energy developments in oil-rich developing countries: Case of Iran. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 141, 110839. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.110839>

- Haekal, M., Artana, K. B., & Handani, D. W. (2020). A Gas Infrastructure Pathways in East Java Using System Dynamic Approach. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*, 557(1), 12025. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/557/1/012025>
- Hamiyati, H., Nadiroh, N., & Neolaka, A. (2021). Renewable pro-environmental and energy design of environmentally friendly behavior in Central Java. *IOP Conference Series Materials Science and Engineering*, 1098(5), 52041. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1098/5/052041>
- Heryanto, I., Hidayat, M., Ronilaya, F., Wibowo, S., & Syamsiana, I. N. (2022). Pelatihan Dasar Instalasi Sel Surya untuk Remaja Di RW 12 Dusun Klandungan Desa Landungsari. *Jurnal Pengabdian Polinema Kepada Masyarakat*, 9(1), 53. <https://doi.org/10.33795/jppkm.v9i1.133>
- Hidayati, N., Handayani, E., & Sulistyowati, N. W. (2023). Inovasi Berkelanjutan: Pendekatan Kolaboratif untuk Mengatasi Tantangan Sosial-Ekonomi di Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Pengabdian West Science*, 2(6), 460. <https://doi.org/10.58812/jpws.v2i6.451>
- Indah, R. N., & Rarasati, A. D. (2020). Enabling electricity access to rural areas in Indonesia: Challenges and opportunities. *IOP Conference Series Materials Science and Engineering*, 830(2), 22069. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/830/2/022069>
- Indonesia Country Climate and Development Report. (2023). In World Bank, Washington, DC eBooks. <https://doi.org/10.1596/39750>
- Intishar, S., Azzahro, F. Z., Aris, I. H., Syukrotus, S., Isnawati, Z., & Hidayatullah, A. F. (2020). Implementation of Environmental Care Education from Early Age. *SEJ (Science Education Journal)*, 4(1), 19. <https://doi.org/10.21070/sej.v4i1.668>
- Koto, A. G. (2020). STUDY AVAILABILITY OF WIND SPEED IN THE SOUTH COASTAL AREA OF GORONTALO REGENCY, INDONESIA. *JURNAL SAINS INFORMASI GEOGRAFIS*, 3(2), 94. <https://doi.org/10.31314/jsig.v3i2.664>
- Lantasi, A. I. D., Syafrudin, S., & Budiyo, B. (2021). The potential and prospect of biomass as primary energy in Indonesia. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*, 896(1), 12055. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/896/1/012055>
- Li, Y., Siddik, A. B., Masukujjaman, M., & Wei, X. (2021). Bridging Green Gaps: The Buying Intention of Energy Efficient Home Appliances and Moderation of Green Self-Identity. *Applied Sciences*, 11(21), 9878. <https://doi.org/10.3390/app11219878>
- Lou, J., Rader, A., Gultom, Y. M. L., Hilde, T. C., & Hultman, N. (2024). Navigating SDG 8 in the decarbonizing landscape of emerging economies: a case study of Indonesia. *Sustainable Earth Reviews*, 7(1). <https://doi.org/10.1186/s42055-024-00096-5>
- Mardiana, D. A., Kartoatmodjo, R. T., & Kasmungin, S. (2018). Estimation of Indonesia's Energy Demand to 2030 and Alternatives Scenario to Reduce Oil Dependence. *Indonesian Journal of Energy*, 1(2). <https://doi.org/10.33116/ije.v1i2.24>
- Mashudi, A. (2017). Guided Inquiry Learning With Sea Water Battery Project. *Journal of Physics Conference Series*, 812, 12077. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/812/1/012077>

- Maulidia, M., Dargusch, P., Ashworth, P., & Ardiansyah, F. (2018). Rethinking renewable energy targets and electricity sector reform in Indonesia: A private sector perspective. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 101, 231. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.11.005>
- Muhrom, M. F., Nitibaskara, Tb. R. R., Herdiansyah, H., & Sari, R. (2017). The Scenario of the Potential Analysis Alternative Energy in Order to Strengthening District's Energy Resilience (The Case Study in South Sumatera Province). *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*, 88, 12028. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/88/1/012028>
- Mujiyanto, S., & Tiess, G. (2013). Secure energy supply in 2025: Indonesia's need for an energy policy strategy. *Energy Policy*, 61, 31. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.05.119>
- Munahar, S., Purnomo, B. C., & Widiyanto, A. (2021). Konsep Pengembangan Teknologi Pemanfaatan Bahan Bakar Gas (Biogas) Sebagai Energi Pendingin Susu. *Prosiding Seminar Nasional Program Pengabdian Masyarakat*. <https://doi.org/10.18196/ppm.26.536>
- Mursyid, M. H. A. A., Mangkurat, B. B., & Andriawan, A. H. (2020). Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Air Laut (Pelampung) Kapasitas 100 Watt. *El Sains Jurnal Elektro*, 2(1). <https://doi.org/10.30996/elsains.v2i1.4013>
- Nabila, F. (2016). MENJAGA KEDAULATAN ENERGI DENGAN REFORMASI KEBIJAKAN DIVERSIFIKASI SUMBER DAYA ENERGI. *Jurnal Hukum & Pembangunan*, 45(1), 145. <https://doi.org/10.21143/jhp.vol45.no1.12>
- Naimah, D. Y. N., Wuri, M., Pertiwinigrum, A., Budiarto, R., & Handayani, T. P. (2020). Technical and social assessment of biogas in Yogyakarta and Gorontalo, Indonesia. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*, 471(1), 12006. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/471/1/012006>
- Nasrudin, I., Pitoyo, D., Munandar, A., Nurwathi, N., Azwar, A. G., Nurbani, S. N., & Rodiah, R. (2020). PENYULUHAN DAN PELATIHAN PEMANFAATAN LIMBAH SAMPAH RUMAH TANGGA BERNILAI EKONOMIS DALAM MENCIPTAKAN LINGKUNGAN YANG HIEGIENIS. *Jurnal Abdimas Sang Buana*, 1(2). <https://doi.org/10.32897/abdimasusb.vii2.459>
- Nasution, A., Yafiz, M., & Rahmani, N. A. B. (2023). Analisis Pengembangan Usaha Rumahan Berbasis Green Business untuk Meningkatkan Pendapatan Keluarga di Kabupaten Deli Serdang. *BALANCE Economic Business Management and Accounting Journal*, 20(2), 139. <https://doi.org/10.30651/blc.v20i2.18705>
- Naura, Y. R., Safira, A., & Larasati, D. (2022). ISU-ISU PRIORITAS DALAM PENERAPAN ECO-HOUSE BERDASARKAN GAYA HIDUP HEMAT ENERGI DAN RAMAH LINGKUNGAN. *Nature National Academic Journal of Architecture*, 9(1), 96. <https://doi.org/10.24252/nature.v9i1a8>
- Noviriani, E., Mukaromah, L., EeZurmansyah, & Munandar. (2023). Studi Literatur Industrialisasi dalam Perekonomian Indonesia. *Jurnal Ekuilnomi*, 5(1), 109. <https://doi.org/10.36985/5jk1cw14>
- Nurdin, A. H. M. (2018). INTEGRASI SISTEM PERENCANAAN PARTISIPATIF, TEKOKRATIF, DAN POLITIS DALAM PERENCANAAN DAN PENGANGGARAN

- PROGRAM PEMBERDAYAAN EKONOMI MASYARAKAT KOTA. 4(1).
<http://ejournal.ipdn.ac.id/index.php/JMP/article/view/190>
- Pamungkas, I., Irawan, H., & Pandria, T. M. A. (2021). IMPLEMENTASI PREVENTIVE MAINTENANCE UNTUK MENINGKATKAN KEANDALAN PADA KOMPONEN KRITIS BOILER DI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP. *VOCATECH Vocational Education and Technology Journal*, 2(2), 73.
<https://doi.org/10.38038/vocatech.v2i2.53>
- Primadasa, R., & Tauhida, D. (2020). Hubungan antar Hambatan Green Supply Chain Management (GSCM) pada Industri Kelapa Sawit di Indonesia. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, 19(1), 40. <https://doi.org/10.25077/josi.v19.n1.p40-49.2020>
- Purnami, W. (2021). Pengelolaan Sampah di Lingkungan Sekolah untuk Meningkatkan Kesadaran Ekologi Siswa. *INKUIRI Jurnal Pendidikan IPA*, 9(2), 119.
<https://doi.org/10.20961/inkui.v9i2.50083>
- Purwoko, P., & Wibowo, T. (2020). The Role of Fiscal Policy to Increase Energy Security: Indonesian Case Study. *Journal of Clean Energy Technologies*, 8(2), 11.
<https://doi.org/10.18178/jocet.2020.8.2.518>
- Rahmania, F., Imaningsih, N., & Wijaya, R. S. (2022). Analisis Potensi Sektor Ekonomi dan Sektor Basis di Bakorwil Madiun di Empat Kabupaten / Kota. *OECONOMICUS Journal of Economics*, 6(2), 116. <https://doi.org/10.15642/oje.2022.6.2.116-128>
- Rahmawati, D., Aprillia, B. S., Priharti, W., Silalahi, D. K., & Kumillayla, K. (2020). Design of Automatic Switch System of Solar Panel and Power Plant for Residential Load using Artificial Neural Network. *IOP Conference Series Materials Science and Engineering*, 771(1), 12008. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/771/1/012008>
- Riyadi, K., & Hidayatullah, A. M. (2022). Pemanfaatan Sinar Matahari Sebagai Sumber Listrik Mesin Pendingin. *Jurnal Multidisiplin Madani*, 2(10), 3843.
<https://doi.org/10.55927/mudima.v2i10.1504>
- Sahara, Dermawan, A., Amaliah, S., Irawan, T., & Dilla, S. (2022). Economic impacts of biodiesel policy in Indonesia: a computable general equilibrium approach. *Journal of Economic Structures*, 11(1). <https://doi.org/10.1186/s40008-022-00281-9>
- Samadikun, B. P. (2018). PENGARUH PENDAMPINGAN MASYARAKAT DALAM INISIASI BANK SAMPAH SEBAGAI UPAYA MENGOPTIMALKAN PENGOLAHAN SAMPAH DI DESA TANJUNG KECAMATAN TIRTO KABUPATEN PEKALONGAN. *Jurnal Presipitasi Media Komunikasi Dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 15(2), 133. <https://doi.org/10.14710/presipitasi.v15i2.133-138>
- Samsol, S., Setiati, R., Wijayanti, P., & Ginting, M. (2021). PELATIHAN PENGOLAHAN SEDERHANA LIMBAH PLASTIK MENJADI BAHAN BAKAR MINYAK DI DESA PETIR, SERANG – BANTEN. *Jurnal Abdi Masyarakat Indonesia (JAMIN)*, 3(2).
<https://doi.org/10.25105/jamin.v3i2.10382>
- Samudro, G. (2016). KONSERVASI ENERGI BERBASIS RENEWABLE ENERGY TECHNOLOGY DENGAN PEMANFAATAN TEKNOLOGI MICROBIAL. *Jurnal Presipitasi Media Komunikasi Dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 13(2), 57.
<https://doi.org/10.14710/presipitasi.v13i2.57-65>

- Sari, H., & Gantini, R. D. (2019). Perancangan Pesan untuk Meningkatkan Intensi Perilaku Hemat dalam Menggunakan Air. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(2), 231. <https://doi.org/10.14710/jil.17.2.231-238>
- Sari, T. P., & Sopha, B. M. (2020). Designing supply chain network of photovoltaic in Indonesia. *AIP Conference Proceedings*, 2223, 20001. <https://doi.org/10.1063/5.0000987>
- Sari, Y., Nasrun, A., & Putri, A. K. (2020). ANALISIS PENGARUH INDEKS PEMBANGUNAN MANUSIA DAN KEMISKINAN TERHADAP PERTUMBUHAN EKONOMI KABUPATEN/KOTA DI PROVINSI KEPULAUAN BANGKA BELITUNG TAHUN 2010-2017. *Equity Jurnal Ekonomi*, 8(1), 1. <https://doi.org/10.33019/equity.v8i1.9>
- Setyawan, H., & Setiawan, A. N. K. (2021). Studi Pengaruh Salinitas Air Laut Sintetis Terhadap Daya Baterai Sebagai Energi Alternatif Terbarukan. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputasi (ELKOM)*, 3(1), 14. <https://doi.org/10.32528/elkom.v3i1.4163>
- Shofiyana, N., S.W, R. M. A., Al-Qarni, M. U., & Supriyadi, I. (2022). Evaluation of Biomass Development Policies and Strategies for Sustainable Energy. *East Asian Journal of Multidisciplinary Research*, 1(10), 2141. <https://doi.org/10.55927/eajmr.v1i10.1764>
- Simaremare, A. A., Cahyo, N., & Indrawan, H. (2021). Techno – economic study of utilizing CPO as fuel replacement for existing diesel power plant. *IOP Conference Series Materials Science and Engineering*, 1098(4), 42037. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1098/4/042037>
- Siregar, U. J., Arif, M. F., Suryana, J., & Indartono, Y. S. (2018). Potential of biomass as source for electricity at Pulau Panggang Village, North Kepulauan Seribu Subdistrict. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*, 196, 12027. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/196/1/012027>
- Soedibyo, S., Delfianti, R., Pamuji, F. A., & Ashari, M. (2020). Kontrol Tegangan pada Sistem Hybrid Panel Surya-Turbin Angin Menggunakan Manajemen Penyimpanan Baterai. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 16(3). <https://doi.org/10.17529/jre.v16i3.16010>
- Sommeng, A. N., & Anditya, C. (2018). Boosting renewable power generation in Indonesia electricity sector: a policy action by the government. *E3S Web of Conferences*, 67, 2060. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20186702060>
- Suartika, G. A. M. (2021). Editorial: Perubahan Iklim, Pemanasan Global, dan Kualitas Lingkungan Terbangun. In *RUANG-SPACE Jurnal Lingkungan Binaan (Space Journal of the Built Environment)* (Vol. 8, Issue 2, p. 91). Udayana University. <https://doi.org/10.24843/jrs.2021.v08.i02.p01>
- Sugiyono, A., & Adiarso, A. (2021). Development of Natural Gas Infrastructure to Enhance National Energy Security in Indonesia. *IOP Conference Series Materials Science and Engineering*, 1053(1), 12099. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1053/1/012099>
- Suparta, I. W., & Malia, R. (2020). Analisis Komparasi Happiness Index 5 Negara di Asean. *Jurnal Ekonomi Pembangunan*, 9(2), 56. <https://doi.org/10.23960/jep.v9i2.79>
- Sustainable Development Goals. (2018). In Edward Elgar Publishing eBooks. Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9781786438768>

- Suwandi, Y. W., Marlina, R., & Said, L. (2022). Pendampingan Pengelolaan Bank Sampah Sukses Mandiri Kelompok Usaha Pengrajin Bahan Plastik Kampung Jambu Cimaung Kabupaten Bandung. *Empowerment Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 5(1), 85. <https://doi.org/10.25134/empowerment.v5i01.5787>
- Swarnawati, A., Yuningsih, S., Purnamasari, O., & Rahayu, E. S. (2023). STRATEGI KOMUNIKASI LINGKUNGAN DALAM KAMPANYE MINIM SAMPAH. *Perspektif Komunikasi Jurnal Ilmu Komunikasi Politik Dan Komunikasi Bisnis*, 7(1), 77. <https://doi.org/10.24853/pk.7.1.77-88>
- Syafii, S., Mayura, Y., & Muhardika, M. (2020). Strategi Pembebanan PLTS Off Grid untuk Peningkatan Kontinuitas Suplai Energi Listrik. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 15(3). <https://doi.org/10.17529/jre.v15i3.14793>
- Tamara, Y. M., Hidayat, W. N., Azizah, N., & Setyawardhani, D. A. (2020). Pemanfaatan Minyak Biji Kesambi (*Schleichera Oleosa*) sebagai Alternatif Pengganti Minyak Goreng Sawit. *Journal of Chemical Process Engineering*, 5(2), 1. <https://doi.org/10.33536/jcpe.v5i2.398>
- Urban, F. (2009). Sustainable energy for developing countries.
- Wanta, D. (2019). The First Payment Mechanism on Domestic Biogas in Indonesia (Indonesia Domestic Biogas Programme). <https://doi.org/10.2991/iscogi-17.2019.38>
- Widada, A. W., Mulyo, J. H., & Nasir, M. A. (2020). Role Of Agricultural Sector In Facing Economic Disparity In The Special Province Of Yogyakarta. *Jurnal Agribest*, 4(1), 1. <https://doi.org/10.32528/agribest.v4i1.2966>
- Windarta, J., Saptadi, S., Denis, D., Satrio, D. A., & Silaen, J. S. (2020). Economic Feasibility Analysis of Rooftop Solar Power Plant Design with Household-Scale On-Grid System in Semarang City. *E3S Web of Conferences*, 202, 9002. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202020209002>
- Yulyanto, Nugraha, R., & Rasul, A. M. (2022). Kampanye Konservasi Sungai Di Kuningan Melalui Animasi Pendek. *Bulletin of Information Technology (BIT)*, 3(1), 34. <https://doi.org/10.47065/bit.v3i1.259>