

MEMANFAATKAN POTENSI ENERGI TERBARUKAN: TANTANGAN DAN STRATEGI UNTUK MENDORONG PERTUMBUHAN EKONOMI HIJAU DI INDONESIA

Byakta Gana Pandita ¹⁾

1) Program Studi Teknik Mesin Institut Teknologi Indonesia

E-mail: ganapandita@gmail.com

Abstrak

Indonesia memiliki potensi energi terbarukan sebesar 419 GW yang bersumber dari tenaga surya, hidro, angin, biomassa dan geotermal, dimana semuanya dapat digunakan sebagai menjadi katalis utama bagi pertumbuhan ekonomi hijau. Pemanfaatan energi bersih berpotensi menciptakan lapangan kerja baru, mengurangi emisi karbon, dan memperkuat ketahanan ekonomi melalui diversifikasi sumber energi. Namun, implementasi energi terbarukan terkendala oleh biaya investasi awal yang tinggi, keterbatasan infrastruktur, inkonsistensi regulasi, dan tantangan sosial akibat transisi energi. Penelitian ini mengkaji strategi untuk mengatasi hambatan tersebut, meliputi: pengembangan kebijakan insentif, adopsi teknologi penyimpanan energi, dan penguatan kolaborasi antara pemerintah, sektor swasta, dan komunitas akademik. Penelitian ini menggunakan pendekatan inklusif, penelitian ini bertujuan untuk merumuskan langkah konkret untuk dalam mempercepat adopsi energi terbarukan, mendukung target nasional 23 % bauran energi terbarukan pada tahun 2025, dan mewujudkan pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan serta ramah lingkungan menuju Indonesia Emas 2045. Kajian ini menawarkan wawasan bagi pemangku kepentingan untuk membangun sistem energi yang tangguh dan berdaya saing.

Kata kunci: Energi terbarukan, ekonomi hijau, transisi energi, kebijakan insentif, ketahanan ekonomi.

Pendahuluan

Indonesia, sebagai negara kepulauan dengan kekayaan sumber daya alam yang melimpah, memiliki potensi energi terbarukan sebesar 419 GW. Potensi ini mencakup tenaga surya (207 GW), hidro (75 GW), angin (60 GW), biomassa (54 GW), dan geotermal (23 GW). Angka-angka ini berasal dari survei resmi dan menyoroti peluang besar untuk inovasi energi berkelanjutan di berbagai wilayah Indonesia.

Potensi energi terbarukan tersebut membuka jalan bagi transisi ke ekonomi hijau, yang menjadi fondasi untuk pembangunan berkelanjutan. Ekonomi hijau didefinisikan sebagai model pertumbuhan yang meningkatkan kesejahteraan manusia dan kesetaraan sosial sambil mengurangi risiko lingkungan dan kelangkaan ekologis. Konsep ini menekankan integrasi antara kemajuan ekonomi, pelestarian alam, dan inklusi sosial, di mana energi terbarukan berperan sebagai katalis utama guna mengurangi emisi karbon dan menciptakan lapangan kerja hijau.

Dalam konteks Indonesia, ekonomi hijau mendorong pengurangan ketergantungan pada bahan bakar fosil, yang sering menghasilkan polusi dan limbah tinggi. Melalui pemanfaatan energi bersih, seperti tenaga surya dan biomassa, negara dapat menghemat devisa impor, memperkuat daya saing ekspor ramah lingkungan, dan mendukung target global seperti yang tercantum dalam Paris Agreement. Pendekatan ini tidak hanya menjaga kelestarian lingkungan, tetapi juga memberikan manfaat sosial dengan membuka peluang pekerjaan di sektor teknologi hijau, seperti instalasi panel surya atau pengelolaan biomassa.

Lebih lanjut, ekonomi hijau dapat berkembang menuju circular economy, sebuah model yang lebih restoratif dan regeneratif. Circular economy berfokus pada efisiensi sumber daya melalui prinsip reduce, reuse, dan recycle, sehingga memperpanjang siklus hidup material dan energi sekaligus meminimalkan limbah. Konsep ini bertujuan untuk menciptakan sistem ekonomi yang tertutup, di mana limbah dari suatu proses menjadi input untuk proses lain, mengurangi eksploitasi sumber daya alam dan konsumsi energi fosil.

Di Indonesia, circular economy diterapkan di sektor prioritas seperti makanan dan minuman, tekstil, konstruksi, serta pengelolaan plastik dan elektronik. Misalnya, pemanfaatan limbah biomassa dari pertanian sebagai sumber energi terbarukan menunjukkan bagaimana circular economy

mengintegrasikan daur ulang dengan produksi energi bersih, menghemat energi dan air sambil mendorong pertumbuhan PDB hingga Rp 593-638 triliun.

Transisi dari ekonomi hijau ke circular economy diperkuat oleh energi terbarukan, yang berfungsi sebagai penggerak utama dengan menggantikan energi fosil. Contohnya, penggunaan tenaga surya dalam pabrik tekstil memungkinkan produksi kain daur ulang dengan emisi rendah, menciptakan siklus ekonomi yang berkelanjutan dan inklusif. Pendekatan ini tidak hanya mengurangi polusi, tetapi juga membuka lapangan kerja baru di sektor hijau, seperti pengelolaan limbah elektronik untuk baterai energi terbarukan.

Namun, utilisasi energi terbarukan di Indonesia saat ini hanya mencapai sekitar 12 persen dari potensi total, menunjukkan kesenjangan signifikan. Hal ini membuat target nasional 23 persen bauran energi terbarukan pada tahun 2025 sulit tercapai tanpa intervensi lebih lanjut.

Tantangan utama termasuk biaya investasi awal yang tinggi untuk infrastruktur seperti panel surya atau turbin angin, serta keterbatasan jaringan listrik di wilayah kepulauan terpencil. Regulasi yang belum konsisten, dipengaruhi oleh industri fosil, serta isu sosial seperti konflik lahan dan kekurangan keterampilan tenaga kerja, semakin memperlambat transisi ke circular economy.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi energi terbarukan secara mendalam, menganalisis tantangan-tantangan tersebut, dan mengusulkan strategi inovatif untuk mempercepat transisi dari ekonomi hijau ke circular economy. Strategi meliputi kebijakan insentif untuk teknologi daur ulang, adopsi energi terbarukan dalam siklus produksi, dan kolaborasi antara pemerintah, swasta, serta akademisi.

Kajian ini memiliki relevansi tinggi dalam mendukung visi Indonesia Emas 2045, yang menempatkan pembangunan berkelanjutan sebagai pilar utama. Dengan mengintegrasikan energi terbarukan dalam kerangka circular economy, Indonesia dapat memimpin dalam mitigasi perubahan iklim, menciptakan sistem energi yang efisien dan adil, serta memastikan manfaat ekonomi dan lingkungan dirasakan oleh seluruh masyarakat, membangun masa depan yang lebih tangguh dan inklusif.

Studi Pustaka

Literatur global menyoroti energi terbarukan sebagai elemen kunci dalam mengatasi perubahan iklim dan memperkuat ketahanan ekonomi. Laporan [1] mencatat potensi energi terbarukan Indonesia sebesar 419 GW, dengan tenaga surya sebagai kontributor terbesar (207 GW), diikuti hidro, angin, biomassa, dan geotermal. Studi ini menjadi dasar untuk analisis potensi teknis dan ekonomi di tingkat nasional.

Studi dari [2] menunjukkan bahwa transisi energi terbarukan dapat meningkatkan GDP Indonesia hingga 2 persen per tahun melalui investasi infrastruktur dan penciptaan lapangan kerja hijau, sekaligus mengurangi emisi karbon hingga 1,8 gigaton pada 2050. Pendekatan ini selaras dengan ekonomi hijau, yang didefinisikan oleh [3] sebagai ekonomi yang meningkatkan kesejahteraan manusia sambil mengurangi risiko lingkungan, dengan energi bersih sebagai pendorong utama.

Ekonomi hijau berfungsi sebagai jembatan menuju circular economy, model yang lebih maju dan restoratif. Circular economy, sebagaimana diuraikan oleh [4], menekankan prinsip reduce (pengurangan), reuse (penggunaan kembali), dan recycle (daur ulang) untuk memperpanjang siklus hidup sumber daya, meminimalkan limbah, dan menciptakan nilai ekonomi baru dari material bekas. Konsep ini berbeda dari ekonomi linier tradisional yang "ambil-buat-buang", karena fokus pada sistem tertutup di mana limbah menjadi input produktif.

Di konteks energi terbarukan, circular economy diterapkan melalui daur ulang komponen seperti panel surya atau turbin angin, yang mengurangi kebutuhan bahan baku baru dan menekan biaya jangka panjang. Misalnya, biomassa dari limbah pertanian dapat didaur ulang menjadi bioenergi, mendukung efisiensi sumber daya dan penghematan energi hingga 20 persen dalam rantai pasok.

Namun, literatur juga mengidentifikasi hambatan pemanfaatan energi terbarukan, seperti biaya awal tinggi dan intermittency pada surya serta angin, yang memerlukan inovasi seperti smart grid. Geotermal, dengan potensi 23 GW, hanya dimanfaatkan 2 GW karena tantangan teknis dan finansial, meskipun dapat diintegrasikan dalam circular economy melalui pengelolaan limbah panas bumi.

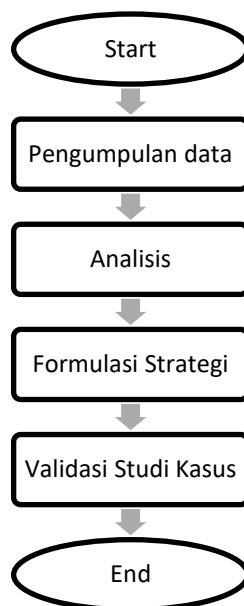
Penelitian lain menekankan bahwa kebijakan insentif, seperti subsidi untuk teknologi daur ulang, dapat mempercepat transisi dari ekonomi hijau ke circular economy, terutama di negara berkembang seperti Indonesia. Studi [5] menambahkan bahwa integrasi ini dapat menciptakan 4 juta lapangan kerja hijau pada 2030, dengan fokus pada sektor prioritas seperti tekstil dan konstruksi.

Studi pustaka ini mengintegrasikan temuan-temuan tersebut untuk mengembangkan strategi kontekstual di Indonesia, di mana energi terbarukan tidak hanya mengurangi emisi, tetapi juga membangun sistem ekonomi yang regeneratif dan inklusif, selaras dengan visi pembangunan berkelanjutan.

Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan analisis data sekunder dari laporan resmi seperti [1], [2], [5]. Langkah penelitian meliputi:

1. Identifikasi potensi energi terbarukan melalui data resmi.
2. Analisis tantangan menggunakan pendekatan SWOT.
3. Formulasi strategi berdasarkan sintesis literatur.



Gambar 1. Diagram alir

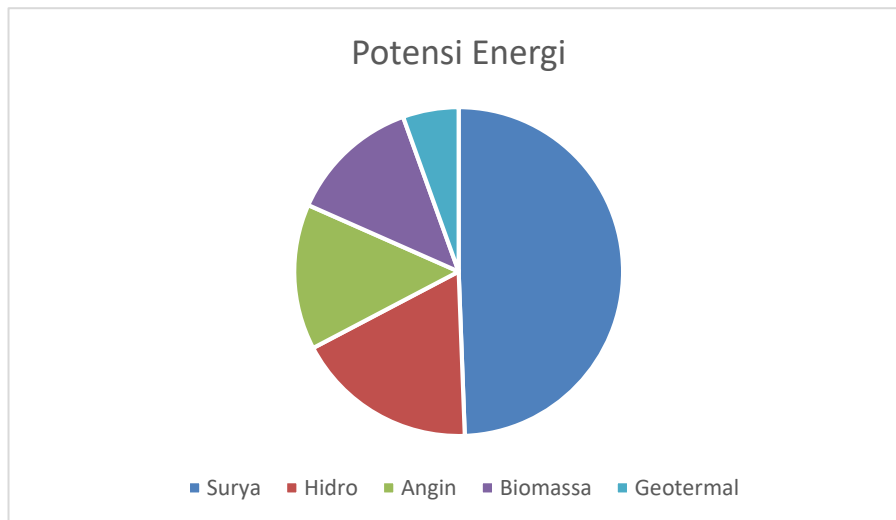
Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan potensi energi terbarukan Indonesia sebesar 419 GW, seperti pada Tabel 1.

Tabel 1: Potensi Energi Terbarukan

Jenis Energi	Potensi
Tenaga Air	94,3 GW
Panas Bumi	28,5 GW
Bioenergi	PLT Bio : 32,6 GW dan BBN : 200 Ribu Bph
Surya	207,8 GWp
Angin	60,6 GW
Energi Laut	17,9 GW

Sumber : Ditjen EBTKE, 2018

**Gambar 2: Distribusi potensi energi terbarukan di Indonesia**

Meskipun potensi besar, utilisasi energi terbarukan hanya mencapai sekitar 12 persen dari total 419 GW, atau setara dengan 50 GW terpasang hingga 2023. Angka ini menunjukkan kesenjangan signifikan, terutama karena biaya investasi awal yang tinggi, seperti untuk pembangunan pembangkit surya atau geotermal, yang dapat mencapai miliaran dolar per proyek skala besar.

Infrastruktur listrik yang belum terintegrasi, terutama di wilayah kepulauan seperti Maluku dan Papua, menjadi hambatan utama. Intermittency energi surya dan angin, yang bergantung pada cuaca, juga memerlukan teknologi penyimpanan seperti baterai lithium-ion, yang masih mahal untuk skala nasional. Regulasi yang inkonsisten, seperti perubahan tarif feed-in untuk energi terbarukan, turut memperlambat investasi swasta.

Dalam konteks ekonomi hijau, energi terbarukan mendukung pengurangan emisi karbon hingga 30 % persen dibandingkan skenario berbasis fosil, sekaligus menciptakan hingga 4 juta lapangan kerja hijau pada 2030. Transisi ini menjadi jembatan menuju circular economy, di mana efisiensi sumber daya ditingkatkan melalui prinsip reduce, reuse, dan recycle. Misalnya, limbah biomassa dari sektor pertanian, seperti jerami padi, dapat diolah menjadi bioenergi, mengurangi limbah dan menghasilkan energi bersih dengan efisiensi hingga 20 % lebih tinggi dibandingkan metode tradisional.

Circular economy dalam energi terbarukan juga terlihat pada daur ulang komponen teknologi, seperti panel surya yang dapat didaur ulang hingga 90 % materialnya, mengurangi kebutuhan bahan baku baru seperti silikon. Studi kasus PLTS Cirata, pembangkit surya terapung terbesar di Asia Tenggara, menunjukkan keberhasilan kolaborasi publik-swasta, menghasilkan 145 MW dan mendukung prinsip circular economy melalui pengelolaan air dan limbah yang efisien.

Strategi untuk mengatasi tantangan meliputi:

1. **Kebijakan Insentif:** Pembebasan pajak dan subsidi untuk proyek energi terbarukan dapat menarik investasi hingga 10 miliar dolar AS per tahun.
2. **Inovasi Teknologi:** Adopsi smart grid dan baterai penyimpanan dapat mengurangi intermittency hingga 40 persen, meningkatkan keandalan pasokan.
3. **Kolaborasi Multi-Pihak:** Skema seperti Just Energy Transition Partnership (JETP) dapat mendanai proyek senilai 20 miliar dolar AS hingga 2030.
4. **Pelatihan Tenaga Kerja:** Program pelatihan untuk 100.000 pekerja lokal dapat mengatasi kekurangan keterampilan, terutama di daerah terpencil.

Integrasi energi terbarukan dalam circular economy tidak hanya mendukung target 23 persen bauran energi pada 2025, tetapi juga menciptakan sistem ekonomi yang regeneratif. Dengan memanfaatkan limbah sebagai sumber energi dan mendaur ulang teknologi, Indonesia dapat mengurangi jejak lingkungan dan meningkatkan PDB hingga Rp 600 triliun melalui sektor hijau. Langkah ini selaras dengan visi Indonesia Emas 2045, memastikan masa depan yang inklusif dan berkelanjutan bagi seluruh masyarakat.

Kesimpulan

Potensi energi terbarukan Indonesia sebesar 419 GW, meliputi tenaga surya, hidro, angin, biomassa, dan geotermal, merupakan aset strategis untuk ekonomi hijau menuju circular economy. Meskipun utilisasi baru mencapai 12 persen, tantangan seperti biaya tinggi dan regulasi inkonsisten dapat diatasi melalui kebijakan insentif, teknologi penyimpanan, dan kolaborasi multi-pihak. Circular economy memperkuat efisiensi sumber daya dengan prinsip reduce, reuse, recycle, meminimalkan limbah dan mendukung pembangunan berkelanjutan. Strategi ini mendukung target 23 persen bauran energi terbarukan pada 2025, menciptakan lapangan kerja hijau, dan menghemat devisa. Transisi ini selaras dengan visi Indonesia Emas 2045, membangun sistem energi yang tangguh dan inklusif untuk masa depan yang ramah lingkungan.

1. Potensi energi terbarukan harus dimanfaatkan secara strategis.
2. Kebijakan konsisten diperlukan untuk mengatasi hambatan.
3. Kolaborasi adalah kunci transisi ke circular economy.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini didukung oleh Program Studi Teknik Mesin, Institut Teknologi Indonesia, Dosen Pembimbing Bapak Imadudin Haqq, serta data dari Kementerian ESDM dan organisasi terkait. Terima kasih kepada semua pihak yang berkontribusi dalam penyusunan makalah ini.

Daftar Pustaka

- [1] Kementerian ESDM Republik Indonesia, "Outlook Energi Indonesia 2019," 2019. <https://www.esdm.go.id/assets/media/content/content-outlook-energi-indonesia-2019-bahasa-indonesia.pdf>.
- [2] IRENA, "Renewable Energy Prospects: Indonesia," 2017. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2017/Mar/IRENA_REmap_Indonesia_report_2017.pdf.
- [3] UNEP, "Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication," 2011. <https://www.unep.org/resources/report/towards-green-economy-pathways-sustainable-development-and-poverty-eradication>.

- [4] E. MacArthur, "Towards the Circular Economy: Economic and Business Rationale for an Accelerated Transition," *Journal of Industrial Ecology*, vol. 17, no. 1, hlm. 4-17, 2013. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/towards-the-circular-economy-vol-1>.
- [5] IESR, "Indonesia Energy Transition Outlook (IETO) 2023," 2023. <https://iesr.or.id/en/pustaka/indonesia-energy-transition-outlook-ieto-2023/>.
- [6] A. B. Santoso, "Analisis Potensi Energi Terbarukan di Indonesia," *Jurnal Teknologi Energi*, vol. 12, no. 3, hlm. 45-52, 2018.
- [7] World Bank, "Circular Economy in Indonesia: Opportunities and Challenges," 2022. <https://www.worldbank.org/en/country/indonesia/publication/circular-economy-in-indonesia>.
- [8] R. Nuryadi dan D. Hartanto, "Computer simulation of geothermal energy potential in Indonesia," dalam *Proc. The 12th International Conference on QiR (Quality in Research)*, 2011, hlm. 160-166.