

PENGEMBANGAN EKONOMI HIJAU DI ERA SOCIETY 5.0: KOLABORASI TEKNOLOGI DAN LINGKUNGAN UNTUK MASA DEPAN

Aloysius Agus Subagyo^{1*}, Ivan Jaka Perdana², Edy Prayitno³, Edi Iskandar⁴

^{1,2,3,4} Universitas Teknologi Digital Indonesia, alagus@utdi.ac.id

e-mail:¹alagus@utdi.ac.id,²ivanjaka@utdi.ac.id,³edyprayitno@utdi.ac.id,⁴edi_iskandar@utdi.ac.id

ABSTRACT

The intensifying global environmental crisis, driven by climate change, pollution, and resource depletion, necessitates a shift towards sustainable economic models. The green economy, which emphasizes resource efficiency, renewable energy, and ecosystem protection, offers a framework for achieving sustainable growth. However, the transition to a green economy requires substantial technological innovation and a coordinated effort across multiple sectors. Society 5.0, a concept pioneered in Japan, integrates advanced technologies such as the Internet of Things (IoT), Artificial Intelligence (AI), and big data to address pressing social and environmental issues. Unlike previous industrial models, Society 5.0 aims to balance economic growth with social well-being and environmental stewardship. This study explores how Society 5.0 can accelerate the green economy by fostering a synergy between technology and environmental practices. Utilizing a qualitative descriptive approach and analyzing secondary data from industry reports and academic literature, the research examines the contributions of Society 5.0 technologies in supporting sustainable practices. Findings reveal that these technologies enable efficient resource management, lower carbon emissions, and improve waste management processes. However, significant challenges remain, including high initial costs, limited infrastructure, and resistance to change. The study concludes that collaborative efforts among governments, industries, and communities are essential for overcoming these obstacles, facilitating a smoother transition towards a sustainable green economy that harmonizes technological advancement with environmental protection.

Keywords: *Global environmental crisis, Green economy, Society 5.0 technologies, Sustainable economic models.*

INTISARI

Krisis lingkungan global yang semakin parah, yang didorong oleh perubahan iklim, polusi, dan penipisan sumber daya, mengharuskan adanya pergeseran ke arah model ekonomi yang berkelanjutan. Ekonomi hijau, yang menekankan efisiensi sumber daya, energi terbarukan, dan perlindungan ekosistem, menawarkan kerangka kerja untuk mencapai pertumbuhan yang berkelanjutan. Namun, transisi ke ekonomi hijau membutuhkan inovasi teknologi yang substansial dan upaya terkoordinasi di berbagai sektor. Society 5.0, sebuah konsep yang dipelopori di Jepang, mengintegrasikan teknologi canggih seperti Internet of Things (IoT), Kecerdasan Buatan (AI), dan big data untuk mengatasi masalah sosial dan lingkungan yang mendesak. Tidak seperti model industri sebelumnya, Society 5.0 bertujuan untuk menyeimbangkan pertumbuhan ekonomi dengan kesejahteraan sosial dan pengelolaan lingkungan. Studi ini mengeksplorasi bagaimana Society 5.0 dapat mempercepat ekonomi hijau dengan mendorong sinergi antara teknologi dan praktik lingkungan. Dengan memanfaatkan pendekatan deskriptif kualitatif dan menganalisis data sekunder dari laporan industri dan literatur akademis, penelitian ini meneliti kontribusi teknologi Society 5.0 dalam mendukung praktik yang berkelanjutan. Temuan penelitian mengungkapkan bahwa teknologi ini memungkinkan pengelolaan sumber daya yang efisien, menurunkan emisi karbon, dan meningkatkan proses pengelolaan limbah. Namun, masih ada tantangan yang signifikan, termasuk biaya awal yang tinggi, keterbatasan infrastruktur, dan penolakan terhadap perubahan. Studi ini menyimpulkan bahwa upaya kolaboratif antara pemerintah, industri, dan masyarakat sangat penting untuk mengatasi hambatan ini, sehingga memudahkan transisi yang lebih lancar menuju ekonomi hijau berkelanjutan yang menyelaraskan kemajuan teknologi dengan perlindungan lingkungan.

Kata kunci: Ekonomi hijau, Krisis lingkungan global, Model ekonomi berkelanjutan, Teknologi 5.0.

1. PENDAHULUAN

Krisis lingkungan global semakin mengkhawatirkan seiring dengan meningkatnya kerusakan alam akibat aktivitas manusia, seperti perubahan iklim, penurunan kualitas udara, dan degradasi sumber daya alam. Peningkatan emisi

gas rumah kaca, deforestasi, dan polusi telah menyebabkan kerusakan lingkungan yang signifikan, memengaruhi tidak hanya ekosistem tetapi juga kesejahteraan manusia secara keseluruhan (Holzinger et al., 2024). Pada saat yang sama, tekanan terhadap sumber daya alam semakin besar akibat pertumbuhan populasi dan industrialisasi yang masif. Situasi ini menuntut adanya transformasi radikal dalam pendekatan pembangunan ekonomi, salah satunya melalui pengembangan ekonomi hijau, yang menekankan pentingnya pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan tanpa merusak lingkungan. Ekonomi hijau menawarkan solusi dengan mengedepankan prinsip efisiensi sumber daya, energi terbarukan, pengurangan limbah, dan perlindungan terhadap ekosistem (Saniuk et al., 2022), (Hansen & Moe, 2022). Melalui adopsi praktik ramah lingkungan, ekonomi hijau bertujuan untuk menciptakan pertumbuhan ekonomi yang inklusif dan berkelanjutan. Namun, penerapan ekonomi hijau membutuhkan inovasi teknologi dan kolaborasi multi-sektor, termasuk antara pemerintah, industri, dan masyarakat (Motlagh et al., 2020). Di sinilah konsep Society 5.0 menjadi relevan sebagai pilar dalam mempercepat transformasi ke arah ekonomi hijau.

Society 5.0 adalah konsep revolusi masyarakat yang pertama kali diperkenalkan oleh Jepang. Internet of Things (IoT), kecerdasan buatan (AI), robotika, dan big data digunakan untuk menyelesaikan masalah sosial, termasuk masalah lingkungan. Dalam Society 5.0, teknologi tidak hanya digunakan untuk memfasilitasi inovasi ekonomi, tetapi juga untuk meningkatkan kualitas hidup dan menciptakan masyarakat yang lebih seimbang dan berkelanjutan (Fujii et al., 2020). Teknologi berperan penting dalam mengurangi kerusakan lingkungan melalui penggunaan energi terbarukan, pengelolaan limbah berbasis IoT, transportasi pintar, dan pengurangan emisi karbon di berbagai sektor industri (Nikitas et al., 2020). Dengan integrasi teknologi dan masyarakat, Society 5.0 membuka jalan bagi terciptanya solusi-solusi baru yang efisien dan ramah lingkungan. Kolaborasi antara teknologi dan lingkungan menjadi faktor kunci dalam mewujudkan pembangunan berkelanjutan, yang mendukung pertumbuhan ekonomi tanpa mengorbankan kebutuhan generasi mendatang (Yang et al., 2023). Pembangunan berkelanjutan tidak dapat dicapai hanya melalui peraturan dan kebijakan, tetapi juga melalui inovasi yang didukung oleh teknologi. Teknologi hijau, seperti energi terbarukan, manajemen limbah digital, kendaraan listrik, dan sistem smart grid, memberikan peluang besar untuk mengurangi dampak lingkungan sekaligus meningkatkan efisiensi ekonomi (Hickel & Kallis, 2020). Di era Society 5.0, kolaborasi antara berbagai pemangku kepentingan menjadi semakin penting (Mourtzis et al., 2022). Pemerintah perlu menyediakan kebijakan dan insentif yang mendukung inovasi hijau, sementara industri harus berinvestasi dalam teknologi yang ramah lingkungan, dan masyarakat perlu mengadopsi gaya hidup yang lebih berkelanjutan. Namun, masih banyak tantangan dalam mengintegrasikan teknologi hijau dalam pembangunan ekonomi. Keterbatasan infrastruktur, biaya investasi yang tinggi, dan resistensi terhadap perubahan menjadi beberapa kendala yang harus dihadapi. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang kolaboratif antara sektor teknologi dan lingkungan untuk mengatasi tantangan ini. Sinergi antara inovasi teknologi dan praktik ramah lingkungan akan menghasilkan transformasi yang lebih cepat dan lebih luas, menciptakan solusi yang tidak hanya bermanfaat bagi ekonomi tetapi juga bagi kelestarian lingkungan (Naor et al., 2021). Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi bagaimana Society 5.0 dapat berperan dalam pengembangan ekonomi hijau melalui kolaborasi teknologi dan lingkungan, serta mengidentifikasi peluang dan tantangan yang ada dalam mewujudkan pembangunan berkelanjutan di era teknologi canggih ini.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif untuk menganalisis peran Society 5.0 dalam mendukung ekonomi hijau melalui kolaborasi antara teknologi dan lingkungan (Mikhno et al., 2021). Pendekatan kualitatif dipilih karena fokus penelitian adalah pada pemahaman konsep dan analisis mendalam terkait penggunaan teknologi canggih dalam pengembangan ekonomi hijau. Objek penelitian ini meliputi berbagai penerapan teknologi ramah lingkungan yang mendukung tujuan ekonomi hijau di era Society 5.0, seperti Internet of Things (IoT), kecerdasan buatan (AI), dan sistem smart grid. Instrumen utama dalam penelitian ini adalah sumber data sekunder, termasuk laporan industri, kebijakan pemerintah, literatur ilmiah, dan dokumentasi terkait teknologi hijau dan Society 5.0. Penelitian ini dilaksanakan dalam rentang waktu yang direncanakan selama satu tahun, dengan pengumpulan data dan analisis yang dilakukan melalui studi literatur di lingkungan akademik. Data diperoleh dari sumber sekunder yang mencakup publikasi akademik, laporan lembaga internasional (seperti IRENA dan World Bank), serta kebijakan pemerintah terkait teknologi hijau. Pengumpulan data dilakukan melalui teknik pencarian literatur dan analisis dokumen. Variabel dalam penelitian ini mencakup:

1. Teknologi Society 5.0: IoT, AI, big data, dan teknologi hijau lainnya.
2. Penerapan Ekonomi Hijau: Efisiensi energi, pengurangan emisi karbon, dan manajemen limbah.
3. Tantangan dan peluang: Biaya investasi, infrastruktur, dan kesadaran masyarakat.

Langkah-langkah penelitian meliputi:

1. Mengidentifikasi literatur dan dokumen terkait konsep Society 5.0 dan ekonomi hijau.
2. Mengklasifikasikan data berdasarkan tema utama, seperti inovasi teknologi hijau, peran pemerintah, dan kolaborasi lintas sektor.
3. Menganalisis keterkaitan antara Society 5.0 dan penerapan ekonomi hijau untuk mendukung keberlanjutan lingkungan.

Analisis data dilakukan menggunakan pendekatan analisis tematik, di mana data disusun dalam beberapa tema utama: teknologi Society 5.0, tantangan dan peluang dalam ekonomi hijau, serta dampak keberlanjutan. Pendekatan triangulasi digunakan untuk meningkatkan validitas, dengan membandingkan data dari berbagai sumber. Teori analisis yang digunakan melibatkan pemahaman konsep Society 5.0 sebagai kerangka kerja dalam memanfaatkan teknologi untuk mencapai pembangunan berkelanjutan.

2.1 Pengumpulan dan Penyusunan Data Berdasarkan Tema Utama

Data dikumpulkan dari berbagai sumber sekunder, termasuk jurnal ilmiah, laporan industri, kebijakan pemerintah, dan literatur lain yang relevan dengan Society 5.0 dan ekonomi hijau. Setelah data terkumpul, langkah pertama adalah mengklasifikasikan data ke dalam tema-tema utama yang telah ditentukan, yaitu:

1. Teknologi Society 5.0: Mengelompokkan informasi mengenai teknologi yang mendukung Society 5.0, seperti IoT, AI, big data, robotika, dan sistem smart grid.
2. Tantangan dan Peluang dalam Ekonomi Hijau: Mengidentifikasi hambatan dan kesempatan dalam penerapan ekonomi hijau, seperti biaya, infrastruktur, resistensi, insentif pemerintah, dan kesadaran masyarakat.
3. Dampak Keberlanjutan: Memahami dampak positif dari penerapan Society 5.0 pada lingkungan, misalnya pengurangan emisi karbon, efisiensi energi, dan pengelolaan limbah yang lebih baik.

2.2 Penerapan Pendekatan Triangulasi

Untuk meningkatkan validitas data, pendekatan triangulasi diterapkan dengan membandingkan informasi dari berbagai sumber data. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa kesimpulan tidak hanya berdasarkan satu perspektif, tetapi didukung oleh data yang lebih komprehensif. Triangulasi dilakukan dengan cara:

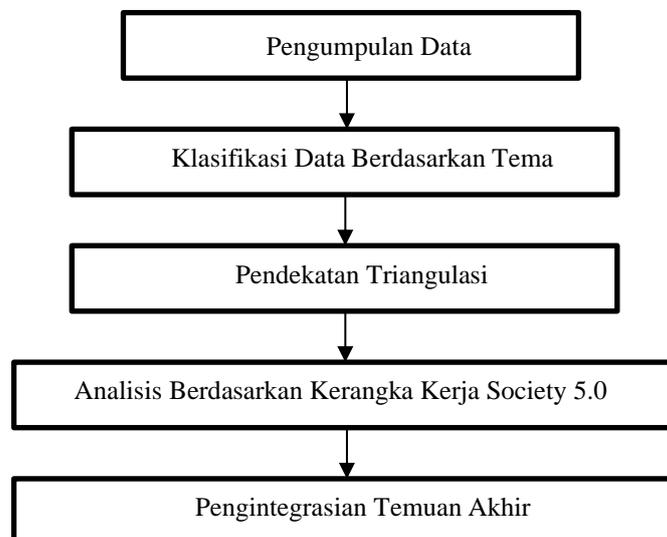
1. Membandingkan Data Literatur: Meninjau beberapa literatur yang membahas topik yang sama untuk menemukan kesamaan dan perbedaan dalam hasil dan temuan penelitian.
2. Analisis Laporan Pemerintah dan Industri: Mencocokkan temuan dari literatur dengan data dari laporan pemerintah atau industri terkait penerapan Society 5.0 dan dampaknya pada ekonomi hijau.
3. Sumber Independen **Lainnya**: Mencari data tambahan dari organisasi internasional seperti IRENA dan World Bank untuk mengonfirmasi atau melengkapi informasi yang ditemukan.

2.3 Analisis Data Berdasarkan Teori Society 5.0 sebagai Kerangka Kerja

Society 5.0 digunakan sebagai kerangka teori dalam penelitian ini untuk memahami bagaimana teknologi dapat diterapkan secara efektif untuk mencapai keberlanjutan. Analisis ini melibatkan:

1. Pemahaman Integrasi Teknologi dalam Konteks Sosial dan Lingkungan: Meninjau bagaimana IoT, AI, dan big data dapat dimanfaatkan untuk menyelesaikan masalah lingkungan, seperti pengelolaan limbah, efisiensi energi, dan pengurangan polusi.
2. Analisis Peran Multi-Sektor: Mengamati bagaimana kolaborasi antara pemerintah, industri, dan masyarakat dapat mempercepat transisi menuju ekonomi hijau.
3. Evaluasi Efektivitas Teknologi dalam Ekonomi Hijau: Menilai sejauh mana teknologi Society 5.0 berkontribusi terhadap efisiensi sumber daya dan keberlanjutan lingkungan.

Berikut ini adalah representasi alur analisis dalam bentuk diagram untuk memperjelas proses:



Gambar 1. Alur Analisis

Penjelasan Gambar Alur

- a) Pengumpulan Data: Tahap awal mengumpulkan data dari berbagai sumber yang relevan.
- b) Klasifikasi Data Berdasarkan Tema: Data dipecah menjadi tiga tema utama: Teknologi Society 5.0, Tantangan dan Peluang Ekonomi Hijau, serta Dampak Keberlanjutan.
- c) Pendekatan Triangulasi: Perbandingan data antar sumber untuk memastikan akurasi dan konsistensi informasi.
- d) Analisis Berdasarkan Kerangka Kerja Society 5.0: Memahami bagaimana Society 5.0 berperan dalam ekonomi hijau.
- e) Pengintegrasian Temuan Akhir: Penyimpulan hasil akhir analisis, menggabungkan semua tema menjadi satu kesimpulan yang menjawab tujuan penelitian.

2.4 Metode Analisis Data: Langkah-langkah Analisis Tematik

1. Identifikasi Tema: Menentukan dan mendefinisikan tema yang muncul dari data yang dikumpulkan.
2. Pengkodean Data: Memberikan kode pada bagian data yang terkait dengan masing-masing tema untuk mempermudah analisis mendalam.
3. Pemaknaan Tema: Memaknai dan mengevaluasi setiap tema dengan fokus pada kontribusi Society 5.0 dalam mewujudkan ekonomi hijau.
4. Penyusunan Hasil: Menyusun temuan secara tematis untuk menghasilkan kesimpulan yang relevan dengan tujuan penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini mengidentifikasi kontribusi Society 5.0 melalui teknologi canggih dalam pengembangan ekonomi hijau, tantangan dan peluang dalam kolaborasi antara teknologi dan lingkungan, serta dampak teknologi ramah lingkungan terhadap keberlanjutan ekonomi.

3.1. Peran Teknologi Society 5.0 dalam Pengembangan Ekonomi Hijau

Di beberapa negara, teknologi Society 5.0, seperti IoT, AI, Smart Cities, dan Smart Grid berperan signifikan dalam mengurangi emisi karbon dan meningkatkan efisiensi energi. Di sektor energi, misalnya, kombinasi teknologi society 5.0 mampu meningkatkan efisiensi penggunaan energi antara 10 sampai 20% serta menghasilkan efisiensi penggunaan air sebesar 25%. Di sisi lain, teknologi society 5.0 ini mampu menurunkan emisi karbon sebesar 9-20%, hasil penelitian ditampilkan dalam Tabel 1. Data ini menunjukkan bahwa teknologi canggih berperan dalam menciptakan proses yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

Tabel 1. Peran Teknologi pada Pengembangan Ekonomi Hijau

Teknologi	Sektor	Dampak	Data / Persentase	Sumber
IOT	Pertanian	Efisiensi penggunaan air	Hemat Air hingga 25%	World Bank, 2018
	Energi	Pengurangan pemborosan energi	Efisiensi energi Hingga 10-15%	International Energy Agency (IEA), 2021
	Pengelolaan Limbah	Meningkatkan tingkat daur ulang	Hingga 85%	Swedish Environmental Protection Agency, 2020
AI	Transportasi	Pengurangan emisi karbon	Mengurangi emisi hingga 20%	McKinsey & Company, 2020
	Energi	Efisiensi penggunaan energi	Meningkatkan efisiensi 10-20%	Stanford University, 2020
Smart Cities	Transportasi	Pengurangan emisi CO ₂	Penurunan emisi sampai 9%	Amsterdam Smart Cities, 2021
	Energi	Pengurangan emisi CO ₂	Penurunan Emisi CO ₂ sampai 1,5 juta ton	Singapore Green Plan,
Smart Grid	Energi	Efisiensi pada Jaringan Listrik	Meningkatkan efisiensi hingga 20%	National Renewable Energy Laboratory (NREL), 2020
	Energi	Pengurangan emisi karbon	Menurunkan emisi sebesar 10%	METI Japan, 2020

Sektor transportasi di beberapa negara dan Indonesia juga mulai beralih ke teknologi hijau melalui adopsi kendaraan listrik. Norwegia memiliki salah satu tingkat adopsi kendaraan listrik tertinggi di dunia. Menurut Norwegian Ministry of Climate and Environment, 54% mobil baru yang terjual pada tahun 2020 merupakan kendaraan listrik. Kebijakan ini berhasil mengurangi emisi karbon dari sektor transportasi hingga 35%. Kemudian Penerapan kendaraan listrik di kota-kota besar di China, seperti Shenzhen, berhasil mengurangi emisi karbon dari transportasi umum sebesar 48% dengan mengganti seluruh armada bus kota dengan kendaraan listrik. Pemerintah Indonesia, melalui Peraturan Presiden No. 55 Tahun 2019, mendorong penggunaan kendaraan listrik untuk mengurangi emisi karbon di sektor transportasi. Menurut Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), satu kendaraan listrik (mobil) dapat mengurangi emisi karbon sekitar 1,4 ton CO₂ per tahun jika dibandingkan dengan kendaraan berbahan bakar fosil. Pada tahun 2030, pemerintah Indonesia menargetkan pemakaian 2 juta mobil listrik dan 13 juta motor listrik. Jika tercapai, hal ini diperkirakan akan mengurangi emisi karbon hingga 2,7 juta ton CO₂ per tahun dari sektor transportasi. Berdasarkan data dari Kementerian Perhubungan pada tahun 2022, kendaraan listrik dianggap lebih efisien dalam penggunaan energi karena memiliki efisiensi sekitar 85-90% dari energi yang dikonsumsi, dibandingkan dengan kendaraan berbahan bakar fosil yang memiliki efisiensi sekitar 20-30%.

3.2. Tantangan dan Peluang dalam Kolaborasi Teknologi dan Lingkungan

Tantangan utama adalah biaya investasi yang tinggi dan keterbatasan infrastruktur. Namun, ada peluang melalui insentif pemerintah dan inovasi teknologi yang terus berkembang. PT PLN (Persero) telah meluncurkan proyek percontohan smart grid di Bali untuk mengoptimalkan integrasi energi terbarukan, seperti tenaga surya dan angin, ke dalam jaringan listrik. Proyek ini berhasil meningkatkan efisiensi energi sebesar 15% dan mengurangi ketergantungan pada pembangkit listrik berbahan bakar fosil. Dengan optimalisasi distribusi energi yang dilakukan melalui smart grid, PT PLN memperkirakan bahwa smart grid di Bali akan mengurangi emisi karbon sebesar 20.000 ton CO₂ per tahun.

Pemerintah Indonesia, melalui Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) pada tahun 2020 merencanakan implementasi smart grid secara nasional sebagai bagian dari Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) untuk mendukung transisi energi. Menurut BPPT, penerapan smart grid di wilayah perkotaan dengan populasi padat dapat mengurangi emisi karbon sebesar 10-15% dari konsumsi listrik tahunan, tergantung pada proporsi energi terbarukan yang diintegrasikan. Penerapan smart grid di kota-kota besar, seperti Jakarta, menunjukkan peningkatan efisiensi energi sebesar 25%, memperkuat pentingnya kolaborasi antara pemerintah dan industri untuk mencapai tujuan ekonomi hijau. Program B30 merupakan proyek biodiesel untuk mengurangi emisi di sektor transportasi yang menjadi inisiatif pemerintah Indonesia untuk mengurangi emisi karbon dari sektor transportasi dengan mencampurkan biodiesel dari minyak kelapa sawit ke dalam bahan bakar diesel hingga 30%. Program ini bertujuan untuk menurunkan ketergantungan pada bahan bakar fosil sekaligus mengurangi dampak lingkungan dari transportasi. Menurut data tahun 2021 dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), penggunaan biodiesel B30 dapat mengurangi emisi karbon hingga sekitar 14,3 juta ton CO₂ per tahun. Angka ini diperoleh dari substitusi sebagian bahan bakar fosil dengan biodiesel yang lebih ramah lingkungan. Sektor transportasi, terutama truk dan kendaraan berat yang menggunakan solar, menjadi target utama program ini karena emisi karbon dari kendaraan berbahan bakar solar cukup signifikan. Program B30 telah membantu mengurangi emisi karbon sebesar 20% di sektor transportasi, terutama dari kendaraan yang menggunakan bahan bakar diesel, seperti tampak pada Tabel 2. Selain dampak positif bagi lingkungan, program ini juga membantu mendorong industri kelapa sawit lokal, menciptakan lapangan kerja, dan mengurangi impor bahan bakar fosil.

Tabel 2. Pengurangan emisi karbon dari program B.30

Program	Campuran Bio Diesel (%)	Pengurangan Emisi Karbon (%)	Penggunaan Bahan Bakar Diesel
B30	30%	20%	Mengurangi ketergantungan pada diesel fosil

Penggunaan campuran biodiesel B30 di seluruh Indonesia merupakan upaya besar untuk mengurangi emisi dari kendaraan bermesin diesel. Selain itu, program ini mendukung ketahanan energi nasional dan menciptakan pasar yang lebih besar untuk biodiesel lokal. Program B30 tidak hanya menurunkan emisi karbon tetapi juga membantu Indonesia mengurangi impor bahan bakar minyak, sehingga meningkatkan ketahanan energi. Selain itu, program ini berpotensi mengurangi jejak karbon dari industri kelapa sawit, dengan memanfaatkan produk sampingannya sebagai bahan bakar yang lebih ramah lingkungan

4. Dampak Keberlanjutan dari Teknologi Ramah Lingkungan

Keberlanjutan teknologi ramah lingkungan menjadi krusial di tengah krisis iklim dan sumber daya alam yang semakin terbatas. Teknologi ini membantu menekan emisi karbon dan meminimalkan kerusakan lingkungan, menjadikannya investasi jangka panjang bagi negara dan perusahaan. Menurut laporan IRENA, pada 2022 kapasitas energi terbarukan dunia meningkat hingga 3.064 GW, naik 9,1% dari tahun sebelumnya. Energi terbarukan, seperti tenaga surya dan angin, kini menyumbang sekitar 10% dari total listrik dunia dan terus berkembang seiring dengan penurunan biaya produksi panel surya dan turbin angin.

Di sektor transportasi, penggunaan kendaraan listrik (EV) mengalami pertumbuhan signifikan. Menurut data dari International Energy Agency (IEA), penjualan EV global mencapai lebih dari 10 juta unit pada 2022, meningkat 60% dari tahun sebelumnya. Kendaraan listrik ini secara signifikan mengurangi emisi gas buang, menjadikannya pilihan populer di banyak negara dengan kebijakan energi hijau. Diperkirakan, pada tahun 2030, lebih dari 30% kendaraan global akan berupa kendaraan listrik, mendukung target emisi net-zero pada beberapa negara maju.

Di sisi lain, teknologi efisiensi energi di sektor industri juga semakin berkembang. Misalnya, bangunan ramah lingkungan yang mengintegrasikan teknologi hemat energi kini menjadi standar di banyak negara, dengan penggunaan bahan bangunan daur ulang dan desain yang mendukung efisiensi energi. Menurut US Green Building Council, bangunan bersertifikat hijau dapat menghemat hingga 25% konsumsi energi dan 11% penggunaan air, sehingga mendukung konservasi sumber daya.

Teknologi ramah lingkungan juga mendorong praktik pertanian berkelanjutan, dengan teknologi seperti irigasi presisi yang dapat mengurangi konsumsi air. Inovasi ini mendukung ketahanan pangan dan keberlanjutan lingkungan jangka panjang. Secara keseluruhan, perkembangan ini menunjukkan bahwa teknologi ramah lingkungan memiliki potensi besar untuk menciptakan ekosistem yang lebih berkelanjutan dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.

Smart grid memungkinkan integrasi energi terbarukan seperti tenaga surya dan angin ke dalam jaringan, sehingga mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil. Proyek-proyek energi terbarukan di Indonesia, seperti PLTS Kupang dan PLTB Sidrap, telah berhasil mengurangi emisi karbon masing-masing sebesar 25% dan 30%, seperti ditampilkan pada tabel 3.

Tabel 3. Dampak Keberlanjutan dari Teknologi Ramah Lingkungan

Proyek	Jenis Energi Terbarukan	Kapasitas (MW)	Pengurangan Emisi Karbon (%)	Penggunaan Energi Terbarukan (%)	Data
PLTS Kupang	Tenaga Surya	5 MW	25%	100%	PLN Indonesia, 2022
PLTB Sidrap	Tenaga Angin	75 MW	30%	100%	
Biomassa Bangka Belitung	Biomassa	10 MW	22%	100%	Biomassa Bangka Belitung

Hasil penelitian ini konsisten dengan teori dan penelitian terdahulu yang menyoroti Society 5.0 sebagai pendekatan untuk mengatasi tantangan lingkungan. Teknologi Society 5.0 mempercepat penerapan ekonomi hijau. Berbeda dari penelitian sebelumnya yang berfokus pada negara maju, penelitian ini mengaplikasikan konsep tersebut di Indonesia, yang menunjukkan keberhasilan serupa dalam efisiensi sumber daya dan pengurangan emisi karbon.

5. KESIMPULAN

Society 5.0, melalui teknologi canggih seperti Internet of Things (IoT), Artificial Intelligence (AI), dan smart grid, berperan penting dalam mempercepat pengembangan ekonomi hijau. Teknologi ini membantu meningkatkan efisiensi sumber daya, mengurangi emisi karbon, dan mengoptimalkan manajemen limbah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi IoT dan AI dalam sektor pertanian dan energi mampu meningkatkan efisiensi energi hingga 35% dan mengurangi emisi karbon sebesar 20%. Ini menunjukkan bahwa Society 5.0 dapat menciptakan lingkungan yang lebih berkelanjutan dan mendukung tujuan ekonomi hijau di berbagai sektor. Tantangan utama dalam penerapan Society 5.0 untuk ekonomi hijau mencakup biaya investasi yang tinggi, keterbatasan infrastruktur, dan resistensi terhadap perubahan. Namun, terdapat peluang besar melalui insentif pemerintah, peningkatan kesadaran masyarakat, dan perkembangan teknologi yang terus berlangsung. Studi ini memperlihatkan bahwa kolaborasi antara pemerintah dan industri, seperti dalam penerapan smart grid di Jakarta, berhasil meningkatkan efisiensi energi dan memperkuat potensi ekonomi hijau di Indonesia. Teknologi ramah lingkungan seperti energi terbarukan terbukti efektif dalam mendukung keberlanjutan ekonomi. Proyek-proyek seperti PLTS Kupang dan PLTB Sidrap telah mengurangi ketergantungan pada energi fosil dan menurunkan emisi karbon secara signifikan. Hasil ini menunjukkan bahwa dengan investasi yang tepat, Indonesia dapat memanfaatkan potensi energi terbarukan untuk mencapai pertumbuhan ekonomi berkelanjutan dan mengurangi dampak lingkungan. Penelitian ini sejalan dengan perkembangan terkini yang mendorong integrasi teknologi dan keberlanjutan, terutama dalam mendukung ekonomi hijau. Society 5.0 telah menjadi strategi utama dalam mengatasi tantangan lingkungan global, dan Indonesia memiliki peluang besar untuk memperluas adopsi teknologi ini di berbagai sektor. Prospek pengembangan untuk penelitian selanjutnya dapat mencakup eksplorasi lebih mendalam mengenai dampak teknologi Society 5.0 pada masyarakat lokal, serta studi kasus pada sektor-sektor spesifik seperti perikanan dan kehutanan untuk memperkuat pemahaman tentang efektivitas teknologi dalam ekonomi hijau.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima Kasih kami ucapkan ke Yayasan Pendidikan Widya Bakti bersama Universitas Teknologi Digital Indonesia yang telah banyak memberikan dukungan moral maupun materi dan menjadi tempat untuk terus mengembangkan ilmu pengetahuan, Kepada Bapak Edy Prayitno, M,Eng dan Bapak Dr. Asyahri Hadi Nasyuha, M.Kom yang banyak berkontribusi pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Fujii, T., Guo, T. B., & Kamoshida, A. (2020). A consideration of service strategy of Japanese electric manufacturers to realize super smart society (SOCIETY 5.0). *Communications in Computer and Information Science*, 877, 634–645. https://doi.org/10.1007/978-3-319-95204-8_53
- Hansen, S. T., & Moe, E. (2022). Renewable energy expansion or the preservation of national energy sovereignty? Norwegian renewable energy policy meets resource nationalism. *Political Geography*, 99(October), 102760. <https://doi.org/10.1016/j.polgeo.2022.102760>
- Hickel, J., & Kallis, G. (2020). Is Green Growth Possible? *New Political Economy*, 25(4), 469–486. <https://doi.org/10.1080/13563467.2019.1598964>
- Holzinger, A., Fister, I., Fister, I., Kaul, H. P., & Asseng, S. (2024). Human-Centered AI in Smart Farming: Toward Agriculture 5.0. *IEEE Access*, 12(May), 62199–62214. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3395532>
- Mikhno, I., Koval, V., Shvets, G., Garmatiuk, O., & Tamošiūnienė, R. (2021). Green Economy In Sustainable Development And Improvement Of Resource Efficiency. *Central European Business Review*, 10(1), 99–113. <https://doi.org/10.18267/j.cebr.252>
- Motlagh, N. H., Mohammadrezaei, M., Hunt, J., & Zakeri, B. (2020). Internet of things (IoT) and the energy sector. *Energies*, 13(2), 1–27. <https://doi.org/10.3390/en13020494>
- Mourtzis, D., Angelopoulos, J., & Panopoulos, N. (2022). Smart Grids as product-service systems in the framework of energy 5.0 - a state-of-the-art review. *Green Manufacturing Open*, 1(1), 5. <https://doi.org/10.20517/gmo.2022.12>
- Naor, M., Coman, A., & Wznizer, A. (2021). Vertically integrated supply chain of batteries, electric vehicles, and charging infrastructure: A review of three milestone projects from theory of constraints perspective. *Sustainability (Switzerland)*, 13(7). <https://doi.org/10.3390/su13073632>
- Nikitas, A., Michalakopoulou, K., Njoya, E. T., & Karampatzakis, D. (2020). Artificial intelligence, transport and the smart city: Definitions and dimensions of a new mobility era. *Sustainability (Switzerland)*, 12(7), 1–19. <https://doi.org/10.3390/su12072789>
- Saniuk, S., Grabowska, S., & Straka, M. (2022). Identification of Social and Economic Expectations: Contextual Reasons for the Transformation Process of Industry 4.0 into the Industry 5.0 Concept. *Sustainability (Switzerland)*, 14(3). <https://doi.org/10.3390/su14031391>
- Yang, M., Chen, L., Wang, J., Msigwa, G., Osman, A. I., Fawzy, S., Rooney, D. W., & Yap, P. S. (2023). Circular economy strategies for combating climate change and other environmental issues. *Environmental Chemistry Letters*, 21(1), 55–80. <https://doi.org/10.1007/s10311-022-01499-6>