

Energi Bersih dan Terjangkau untuk Kota Berkelanjutan

Satrio Mukti Wibowo^{1*}, Erna Savitri², dan Ramadhan Arya Prayoga³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Perkeretaapian, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

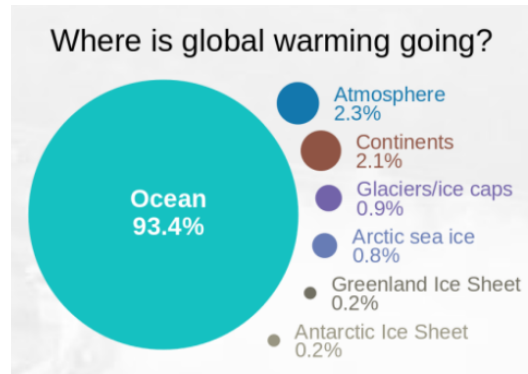
Abstrak. Efek gas rumah kaca yang merusak lapisan ozon dan menyebabkan pemanasan global serta perubahan iklim sudah mempengaruhi berbagai aspek kehidupan di seluruh dunia, dari kutub hingga daerah tropis, serta dari pegunungan hingga lautan. Dampak negatif ini dirasakan oleh manusia dan alam di seluruh dunia. Oleh karena itu, Perjanjian Paris bertujuan untuk membatasi kenaikan suhu rata-rata global di bawah 2°C dan memulai pergeseran menuju dunia dengan emisi karbon nol bersih. Indonesia sebagai negara berkembang menandatangani perjanjian ini pada 23 April 2016. Dalam menghadapi tantangan perubahan iklim, energi bersih memainkan peran yang sangat penting dalam mengurangi emisi dan dapat memberikan manfaat bagi masyarakat yang belum memiliki akses ke sumber listrik yang dapat diandalkan. Penerapan energi ramah lingkungan menjadi bagian integral dari upaya melawan perubahan iklim. Makalah ini menggunakan metode Big Data untuk mengkaji persepsi masyarakat Indonesia terhadap energi dan kebijakan energi di Indonesia. Hasil analisis menunjukkan bahwa masyarakat Indonesia sangat peduli terhadap penggunaan energi baru terbarukan yang ramah lingkungan. Berdasarkan temuan ini, pemerintah diharapkan dapat mengembangkan energi baru terbarukan dan mengurangi ketergantungan pada energi fosil yang berkontribusi terhadap polusi lingkungan. Hal ini diharapkan dapat mewujudkan energi bersih dan terjangkau, serta mendukung tercapainya kota berkelanjutan di Indonesia.

Kata kunci— *big data; efek gas rumah kaca; energi bersih; energi baru terbarukan; perubahan iklim*

1. PENDAHULUAN

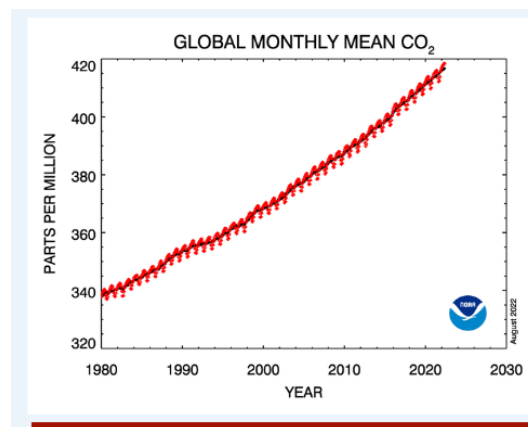
Gas rumah kaca memiliki dampak serius terhadap lapisan ozon, menyebabkan pemanasan global dan perubahan iklim yang memengaruhi seluruh dunia, dari wilayah kutub hingga tropis, serta dari pegunungan hingga lautan. Dampaknya sudah dirasakan oleh manusia dan alam, seperti berkurangnya persediaan air, meningkatnya frekuensi, skala, dan durasi cuaca ekstrem, serta ancaman terhadap keberlanjutan ekosistem [1]. Kekurangan air juga dapat berdampak pada penurunan hasil panen, sementara pemanasan global memicu kebakaran hutan, kematian terumbu karang, dan mencairnya es kutub yang berkontribusi pada kenaikan permukaan laut. Akibatnya, banjir di daerah perkotaan dapat merusak infrastruktur dan kehidupan masyarakat. Kekeringan yang meluas juga dapat menyebabkan badai pasir destruktif, memperluas wilayah gurun, mengurangi lahan pertanian, serta memicu penyebaran penyakit secara sporadis [2].

* Corresponding author: satrio_mw@univpancasila.ac.id



Gambar 1 Personates penyerapan energi panas sebagai efek dari pemanasan global (www.climate.gov)

Secara global, bahan bakar fosil seperti batu bara, minyak bumi, dan gas alam menyumbang sekitar 90% dari total emisi karbondioksida dunia. Para ilmuwan menekankan pentingnya mengurangi emisi hingga setengahnya pada tahun 2030 dan mencapai nol emisi pada tahun 2050 untuk mencegah dampak terburuk dari perubahan iklim dan pemanasan global. Meskipun bahan bakar fosil masih menjadi sumber utama energi dunia, saat ini energi terbarukan, termasuk angin, matahari, air, dan panas bumi, telah menyuplai 29% dari kebutuhan listrik global. Hal ini menunjukkan bahwa transisi ke sumber energi yang lebih berkelanjutan secara bertahap dapat tercapai [3].



Gambar 2 Konsentrasi bulanan rata-rata gas CO₂ global dalam ppm periode bulan Januari 1980-Mei 2022

Konsentrasi gas CO₂ global rata-rata bulanan terus meningkat setiap tahun, menyoroti perlunya kerja sama antara pemerintah, perusahaan, kota, dan masyarakat global untuk mempercepat transisi dari penggunaan bahan bakar fosil—penyebab utama perubahan iklim dan pemanasan global—menuju energi terbarukan yang bersih. Perjanjian Paris (*Paris Agreement*) bertujuan membatasi kenaikan suhu rata-rata global di bawah 2°C dan memulai langkah menuju dunia dengan emisi nol bersih. Sebagai negara berkembang, Indonesia menandatangani perjanjian ini pada 22 April 2016.

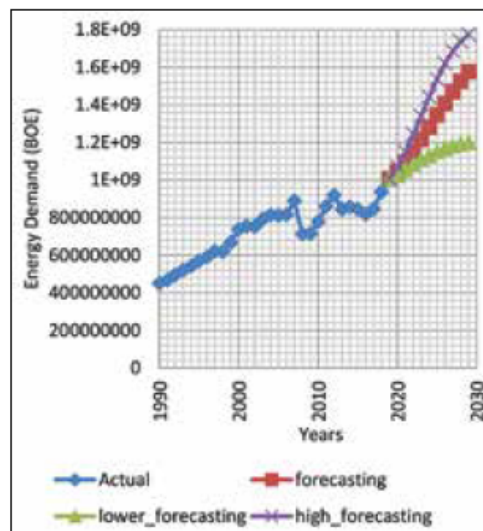
Energi bersih memiliki peran krusial dalam mengurangi emisi gas rumah kaca dan menyediakan akses listrik yang andal bagi masyarakat yang belum terjangkau. Penggunaan energi ramah lingkungan menjadi komponen penting dalam strategi melawan perubahan iklim. Sebagian besar emisi gas rumah kaca yang memerangkap panas di atmosfer berasal dari produksi energi, khususnya pembakaran bahan bakar fosil seperti minyak, batu bara, dan gas untuk menghasilkan listrik dan panas [4].

Energi bersih memainkan peran vital dalam mengurangi kerusakan lapisan ozon, pemanasan global, dan dampak perubahan iklim. Seruan ini bertujuan mendorong transisi energi yang adil dan inklusif untuk memastikan kelestarian bumi. Untuk mengatasi perubahan iklim, diperlukan langkah tegas untuk menghentikan ketergantungan pada bahan bakar fosil dan mengarahkan investasi ke sumber energi alternatif yang ramah lingkungan, mudah dijangkau, terjangkau, berkelanjutan, dan andal.

Keadaan di dunia saat ini kurang lebih mirip dengan di Indonesia, Indonesia adalah negara kepulauan terbesar di dunia melewati garis khatulistiwa dan dikelilingi oleh cincin api Pasifik, ciri khas inilah yang menyebabkan Indonesia mempunyai banyak jenis sumber energi, baik energi fosil seperti minyak bumi, gas, maupun batubara serta energi baru dan terbarukan seperti matahari, air, laut, panas bumi, angin dan biofuel. Walaupun mempunyai banyak variasi energi baru terbarukan tetapi penggunaan energi berbahan bakar fosil masih mayoritas [5].

Menurut Inisiatif Transparansi Industri Ekstraktif (EITI) pada tahun 2016, negara ini merupakan negara yang kaya sumber daya baik dalam hidrokarbon maupun pertambangan. Namun, produksi minyak telah mengalami menurun secara substansial dalam dua dekade terakhir dari puncaknya yaitu 1.624 ribu barel per hari pada tahun 1995 turun menjadi 804 ribu barel minyak per hari pada tahun 2017, menurut regulator Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral karena telah terjadi penurunan produksi energi dan pesatnya peningkatan konsumsi energi dalam negeri, Indonesia kini menjadi net importir minyak. Bank Indonesia melaporkan bahwa per Desember 2018, minyak dan nilai ekspor gas sebesar USD 1,3 miliar sedangkan impor sebesar USD 3 miliar. Sedangkan Permintaan Energi di Indonesia selama 10 tahun ke depan diramal dengan menggunakan metode *Artificial Neural Network* mengalami peningkatan yang signifikan baik menggunakan skenario optimis, realistis maupun pesimis seperti terlihat pada gambar di bawah ini [6].

Figure 13: Forecasting energy demand



Gambar 3 Peramalan Permintaan Energi menggunakan tiga skenario [6]

Oleh karena itu untuk mendukung pengurangan emisi yang tertuang pada perjanjian Paris dan karena energi berbahan bakar fosil yang mulai menipis persediaannya padahal pemakaian energi semakin meningkat dari tahun ke tahun, maka perlu ditingkatkan pemakaian energi baru terbarukan dalam mendukung pembangunan berkelanjutan. Saat ini menurut Kementerian ESDM, Indonesia memiliki Potensi Energi Baru Terbarukan (EBT) yang cukup besar diantaranya, mini/micro hydro sebesar 450 MW, Biomass 50 GW, energi surya 4,80 kWh/m²/hari, potensi energi dari surya itu yang paling tinggi di Indonesia, hampir 50 persen dari semua jumlah energi baru terbarukan, ini bisa jadi karena kondisi geografis Indonesia yang dekat dengan garis khatulistiwa, kemudian energi angin 3-6 m/det dan energi nuklir 3 GW, meskipun energi baru terbarukan potensinya sangat besar di Indonesia tetapi penggunaan energi baru terbarukan masih relatif kecil jika dibandingkan potensinya, oleh karenanya perlunya adanya peningkatan penggunaan energi baru terbarukan setiap tahunnya. Pada saat yang sama, peningkatan efisiensi energi juga adalah salah satu kuncinya. Menggunakan lebih sedikit energi untuk hasil yang sama – melalui teknologi yang lebih efisien di sektor transportasi, bangunan, penerangan, dan peralatan dapat menghemat uang, mengurangi polusi karbon, dan membantu memastikan akses universal terhadap energi berkelanjutan untuk semua [7].

2. METODE

Penelitian ini menggunakan analisis media sosial untuk mengevaluasi respons masyarakat terhadap kebijakan energi, dengan memanfaatkan big data. Media sosial dipilih karena dapat menghasilkan informasi yang sangat berguna dalam pembuatan kebijakan, melalui analisis data yang lengkap, mendalam, tepat waktu, dan akurat. Di era revolusi digital ini, aktivitas digital telah merambah hampir setiap aspek kehidupan, menciptakan data dalam jumlah besar (*volume*), beragam (*variety*), dan dihasilkan dengan cepat (*velocity*), yang dikenal sebagai tiga karakteristik utama dari Big Data. Data ini sangat efektif untuk memahami respons publik. Oleh karena itu, pembuat kebijakan seperti pemerintah dan lembaga lainnya perlu memanfaatkan analisis Big Data untuk merumuskan kebijakan yang lebih berkualitas dan produktif di era digital, dengan menggunakan [8].

2.1. Pengumpulan Data

Menggunakan data dari media sosial (Twitter X) untuk menganalisis persepsi masyarakat terhadap energi dan kebijakan energi. Data memiliki karakteristik Big Data:

- a. Volume besar.
- b. Beragam jenis (*variety*).
- c. Dihasilkan dengan cepat (*velocity*).

2.2. Metode Analisis

- a. Analisis Statistik Dasar: Evaluasi data secara kuantitas dan kualitas untuk memastikan kevalidan.
- b. Analisis Tagar (*Hashtag Analysis*): Memetakan tagar terkait energi dan kebijakan Energi.
- c. Analisis Spasial: Menggunakan data geografis untuk memahami persebaran persepsi.
- d. Analisis Teks dan Lokasi: Menyusun hubungan antara teks dan asal lokasi data.
- e. Penggunaan Alat Analisis Sosial:
 - a. *Wordcloud* atau yang sering disebut juga sebagai tag cloud, adalah representasi visual dari data teks. Teknik ini digunakan untuk menggambarkan kumpulan kata kunci atau metadata dengan cara menampilkan kata-kata yang paling sering muncul dalam bentuk yang visual dan bebas. Dalam konteks analisis big data, word cloud membantu menonjolkan kata-kata yang paling sering muncul, memberikan gambaran yang jelas dan cepat tentang tema atau topik utama dalam data teks yang dianalisis
 - b. *Word-link graph* untuk menganalisis hubungan antar kata.
 - c. *Word-tree* untuk melihat hierarki kata berdasarkan frekuensi.

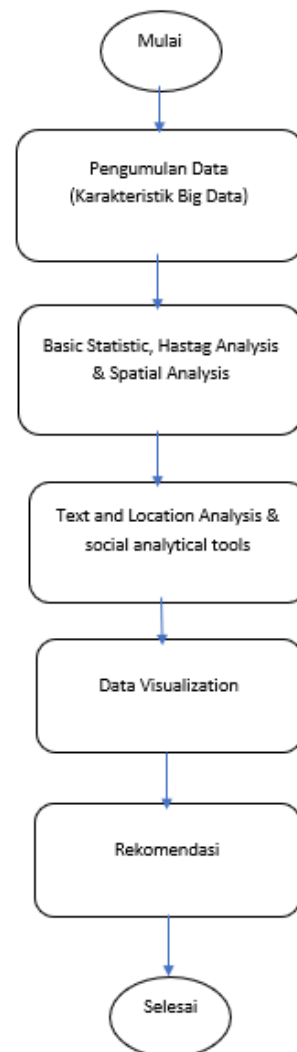
2.3. Visualisasi Data

Memetakan persebaran persepsi masyarakat (contoh: penyebaran tweet terkait energi di berbagai wilayah Indonesia).

2.4. Rekomendasi

Menyusun rekomendasi berdasarkan hasil analisis, misalnya:

- a. Pengembangan energi baru terbarukan (EBT).
- b. Peralihan dari energi fosil ke energi bersih.
- c. Implementasi teknologi efisiensi energi di berbagai sektor.



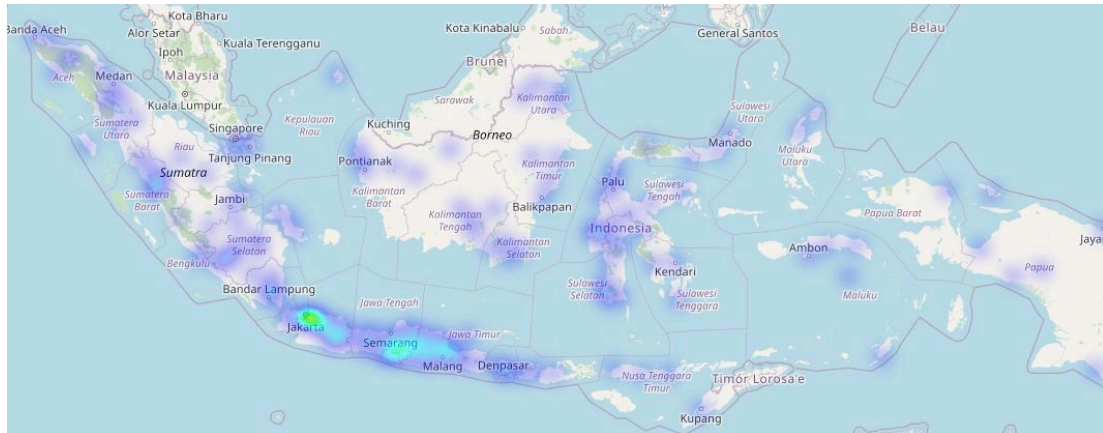
Gambar 4 Diagram Alir Metode Penelitian

3. HASIL

Seperti yang terlihat dari gambar di atas persebaran data *tweet* tentang energi paling banyak di Jawa dan paling sedikit di Irian Jaya hal ini dikarenakan karena jumlah penduduk Irian Jaya jauh lebih kecil daripada di Jawa. Pada Penelitian tersebut dihasilkan persepsi masyarakat Indonesia tentang energi ternyata masyarakat Indonesia sangat memperhatikan (*concern*) dengan energi baru dan terbarukan yang ramah lingkungan, sehingga kedepannya pemerintah diharapkan mengembangkan energi baru terbarukan dan mengurangi energi fosil yang mengeluarkan emisi sehingga menyebabkan polusi lingkungan, sebagai catatan penting salah satu *tweet* dari Emil Salim yang disukai banyak *netizen* yaitu “*Jika RI terletak di garis khatulistiwa dan energi terbarukan melimpah dari energi surya, angin, air-panas-bumi dan bio-energi, yang tak memerlukan jaringan-distribusi di negara kepulauan, mengapa kita lebih utamakan PLTU energi batu-bara & PLTD minyak diesel yg mahal lagi kotor ?*”. Energi baru terbarukan juga dianggap oleh *netizen* sebagai solusi untuk menghindari bencana perubahan iklim dan mencegah dampak kesehatan akibat polusi yang ditimbulkan dari pemakaian sumber energi fosil. Berdasarkan analisis dari data twitter yang diambil *netizen* juga menginginkan pengembangan energi baru terbarukan di setiap wilayah Indonesia, karena Indonesia merupakan negara kepulauan yang kaya dengan energi baru terbarukan.

Untuk Indonesia diperlukan pengelolaan perkotaan berkelanjutan, Pengelolaan perkotaan merupakan salah satu tantangan terbesar di era kini, keberhasilan atau kegagalan dalam mendorong perkotaan yang berkelanjutan akan berkontribusi dalam pencapaian tujuan-tujuan global pembangunan berkelanjutan. Karenanya dalam perkembangan tata kota, muncullah kajian-kajian dan indikator kota berkelanjutan yang mencakup aspek-aspek kebutuhan dasar (*basic needs*), efisiensi sumber daya (*resources efficiency*), jumlah

emisi, hingga komitmen pada keberlanjutan yang dilihat dari pendanaan dan jumlah profesional. Aspek-aspek ini harus terpenuhi untuk memastikan teratasinya tantangan yang muncul dari pertumbuhan penduduk di perkotaan. Untuk menjawab tantangan energi misalnya, pengembangan transportasi publik dan penggunaan kendaraan listrik adalah salah satu cara mengurangi emisi dan mendorong penggunaan energi terbarukan. Terkait efisiensi, perkotaan yang penuh dengan gedung dan perkantoran tentunya perlu memperhatikan penggunaan energi di bangunan-bangunan tersebut [9].



Gambar 5 Persebaran data *tweet* terkait energi di Indonesia

Untuk mencapai kota berkelanjutan, penting untuk menggabungkan penggunaan energi bersih dengan efisiensi dalam pemanfaatannya. Indonesia memiliki komitmen dalam Paris Agreement untuk mengurangi emisi sebesar 880 juta ton CO₂ pada tahun 2030, dengan sekitar 37% dari target tersebut (sekitar 314 juta ton) berasal dari energi baru terbarukan (EBT). Selain itu, seperempat dari penurunan emisi ini akan dicapai melalui upaya konservasi energi, sementara sisanya akan berkontribusi dari penggunaan energi bersih, seperti gas atau batu bara yang digunakan pada pembangkit listrik, namun dengan teknologi terbaru yang lebih efisien dan menghasilkan emisi yang lebih rendah.

Konsep kota berkelanjutan di Indonesia, menurut Bappenas, bukan semata-mata untuk menciptakan kota cerdas (*smart city*), tetapi lebih sebagai pendekatan akseleratif untuk menguji dan mewujudkan kota yang berkelanjutan. Dalam hal ini, penerapan teknologi smart city berfungsi sebagai sarana untuk mempercepat pencapaian tujuan keberlanjutan, bukan tujuan utama itu sendiri. Dari perspektif energi, kota berkelanjutan berfokus pada penggunaan energi yang efisien serta pemanfaatan sumber energi bersih. Penerapan ini terkait erat dengan berbagai sektor, seperti transportasi, bangunan, penggunaan energi langsung, dan pengelolaan sampah yang cerdas (*smart waste management*), yang semuanya mendukung pengurangan jejak karbon dan peningkatan kualitas hidup warga kota.

Maka rekomendasi kebijakan bagi *stakeholders* energi di Indonesia khususnya pemerintah untuk kota berkelanjutan di Indonesia adalah :

- 1) Mengurangi Pembangkit fosil seperti PLTU Batubara yang mengeluarkan banyak emisi karbon yang menimbulkan polusi, pencemaran lingkungan dan permasalahan kesehatan (PLTU batubara masih mayoritas dalam pembangunan proyek 10.000 MW dan 20.000 MW) serta bauran energi nasional masih masih didominasi oleh energi yang berasal dari Batubara. Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) masih menjadi kontributor terbesar penghasil listrik dengan porsi lebih dari 50%. Oleh karena itu perlu mengganti secara perlahan PLTU Batubara dengan Energi Baru Terbarukan (EBT) yang ramah lingkungan. Sebelum diganti dengan energi yang ramah lingkungan sudah seharusnya PLTU Batubara menggunakan *Electrostatic precipitator* dengan teknologi terbaru sehingga mengurangi emisi dari PLTU secara drastis.
- 2) Pengembangan Energi Baru dan Terbarukan (EBT), meliputi solar fotovoltaik, angin, biomassa, panas bumi, hidro, energi laut, nuklir, hidrogen, dan battery energi storage systems. Pengembangan EBT ini direkomendasikan bekerjasama dengan Perguruan Tinggi untuk *Research and Development*.
- 3) Pemerintah harus konsisten untuk mengembangkan energi alternatif yang bisa diperbaharui (*renewable energi*) dan ramah lingkungan. Dengan membangun semua fasilitas dan infrastruktur pendukungnya. Pemerintah Indonesia dapat juga bekerjasama dengan perguruan tinggi dan pemangku kepentingan di Indonesia dalam penelitian dan konsep peraturan untuk insentif penggunaan energi terbarukan ditujukan untuk meningkatkan produksi energi terbarukan di Indonesia.

- 4) Dalam upaya untuk peralihan Energi Fosil yang kotor ke Energi Baru terbarukan yang bersih sesuai yang diharapkan *netizen* pada analisis big data maka perlu meningkatkan nilai tambah sumber energi fosil, sehingga sumber energi fosil seperti batu bara, gas dan minyak bumi tidak dijual ataupun diekspor sebagai bahan baku yang relatif murah nilainya tetapi sebagai bahan jadi yang relatif mahal harganya dengan membangun kilang-kilang minyak, membuat industri-industri petrochemical, konversi batu bara ke LPG dan methanol dsb, sehingga dengan adanya selisih harga dari nilai tambah sumber energi fosil, pemerintah mendapatkan penghasilan tambahan untuk meningkatkan Bauran Energi Terbarukan
- 5) Membangun Infrastruktur Pembangkitan Tenaga listrik, interkoneksi, transmisi dan penerapan smart grid yang mendukung pengembangan EBT.
- 6) Mendukung dan memberikan insentif pemakaian kompor listrik dan penerapan Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai, karena selama ini LPG disubsidi maka jika pemakaian kompor beralih ke kompor listrik dapat mengalihkan subsidi LPG ke insentif EBT. Sehingga dapat meningkatkan bauran EBT seperti yang diharapkan *netizen*.
- 7) Optimasi pemakaian EBT pada gedung pemerintah dan rumah tangga misalnya dengan mendukung dan memberikan insentif terhadap pemakaian solar panel kepada gedung pemerintah dan rumah tangga dan Mendorong Pemakaian EBT oleh industri dengan pemberian insentif untuk Industri yang melaksanakan transisi energi dari energi fosil ke EBT.
- 8) Untuk mencapai target-target pembangunan EBT tersebut, tentu membutuhkan regulasi yang dapat memberikan kepastian dan keamanan berusaha serta mendukung pengembangan EBT dan mengurangi energi fosil.
- 9) Karena pada penelitian ini investasi infrastruktur energi sangat signifikan berpengaruh kepada pembangunan wilayah maka perlunya skema pembiayaan pembangunan infrastruktur EBT, untuk mendukung investasi EBT merata di seluruh wilayah Indonesia seperti yang diharapkan *netizen* pada analisis big data.
- 10) Skema Investasi infrastruktur EBT dapat dilakukan melalui investasi swasta, kerja sama Pemerintah dengan Badan Usaha (KPBU), penyertaan modal negara, kerja sama swasta dengan BUMN/BUMD, dan APBN/APBD, serta fasilitas pembiayaan lainnya, seperti Pembiayaan Infrastruktur Sektor Panas Bumi (PISP), *Geothermal Resources Risk Mitigation* (GREM), dan SDG Indonesia One.
- 11) Dalam meningkatkan investasi di Indonesia maka diperlukan pemberian insentif fiskal dan non-fiskal, seperti *tax allowance*, fasilitasi bea masuk, serta *tax holiday*. Pemberian insentif dalam bentuk-bentuk insentif dan instrumen keuangan baru untuk meningkatkan minat investor dalam menanamkan investasinya pada pembangunan Infrastruktur EBT di Indonesia.
- 12) Di sektor bangunan, terkait dengan konsep bangunan hijau, telah ada beberapa Standar Nasional Indonesia (SNI) yang mengatur aspek-aspek seperti sistem pencahayaan, selubung bangunan, dan tata udara, yang merupakan bagian dari manajemen energi dalam bangunan. Prinsip desain bangunan hemat energi, sebagai bagian dari pengembangan green building, semakin mendapat perhatian di perkotaan. Dengan penerapan prinsip-prinsip ini, diharapkan akan tercapai efisiensi energi yang signifikan, yang pada gilirannya dapat mengurangi emisi CO₂, tanpa mengorbankan kenyamanan penghuninya.

Dari 12 rekomendasi di atas diharapkan energi bersih dan terjangkau untuk kota berkelanjutan dapat terwujud.

4. KESIMPULAN

Dalam menghadapi perubahan iklim dan pemanasan global yang disebabkan oleh gas rumah kaca, energi bersih memiliki peran krusial dalam mengurangi emisi karbon. Selain itu, energi bersih juga dapat memberikan manfaat bagi komunitas yang belum memiliki akses ke sumber listrik yang stabil dan terjangkau. Penerapan teknologi ramah lingkungan ini sangat penting, karena menjadi bagian integral dari upaya global untuk mengatasi perubahan iklim dan menciptakan masa depan yang lebih berkelanjutan.

Dari hasil analisis kebijakan dan pengumpulan data tentang energi dan pembangunan wilayah di media sosial serta analisis big data didapat bahwa masyarakat Indonesia sangat prihatin (*concern*) dengan energi baru dan terbarukan yang ramah lingkungan, sehingga ke depannya pemerintah diharapkan mengembangkan energi baru terbarukan dan mengurangi energi fosil yang mengeluarkan emisi sehingga menyebabkan polusi lingkungan.

Demi mendukung ketahanan energi sehingga tercapai keadaan dimana pengelolaan energi berkelanjutan maka rekomendasi kebijakan bagi stakeholders energi di Indonesia khususnya pemerintah adalah dengan melakukan pengurangan terhadap pemakaian sumber energi fosil, mendukung pengembangan dan pemakaian

EBT, membangun infrastruktur EBT, memberikan Insentif untuk mendukung EBT dan mendukung investasi EBT, di samping itu telah ada beberapa Standar Nasional Indonesia (SNI) yang mengatur aspek-aspek seperti sistem pencahayaan, selubung bangunan, dan tata udara, yang merupakan bagian dari manajemen energi dalam bangunan. Prinsip desain bangunan hemat energi, sebagai bagian dari pengembangan green building, semakin mendapat perhatian di perkotaan sehingga energi bersih dan terjangkau untuk kota berkelanjutan di Indonesia dapat terwujud.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. F. Irma *et al.*, "Tingginya Kenaikan Suhu Akibat Peningkatan Emisi Gas Rumah Kaca di Indonesia," *Jurnal Sains dan Sains Terapan*, 2024.
- [2] K. Soedjajadi, "Perubahan Iklim Global, Kesehatan Manusia dan Pembangunan Berkelanjutan," *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, vol. 3, no. 2, 2007.
- [3] IRENA, *Renewable Energy Statistics*, 2024.
- [4] R. A. Aprilianto, "Peluang Dan Tantangan Menuju Net Zero Emission (NZE) Menggunakan Variable Renewable Energy (VRE) Pada Sistem Ketenagalistrikan Di Indonesia," *Jurnal Multidisipliner Mahasiswa Pascasarjana Indonesia*, vol. 2, no. 2, 2021.
- [5] B. Nugroho dan K. Yudono, "Current status and future prospects of renewable energy in Indonesia," *Energy Reports*, vol. 6, pp. 117–128, 2020.
- [6] S. M. Wibowo *et al.*, "Estimation of Energy Demand in Indonesia using Artificial Neural Network," *International Journal of Energy Economics and Policy*, vol. 12, no. 6, pp. 261–271, 2022. doi: 10.32479/ijeep.11390.
- [7] L. A. Manaf dan A. Mahdavi, "Renewable energy in Southeast Asia: Status, policies, and development potential," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 119, p. 109558, 2020.
- [8] T. E. Sutanto, "Scalable fine grained document clustering via ranking," Queensland University of Technology, 2017.
- [9] Danish Energy Agency dan Kementerian ESDM, "Road Map For An Energy Efficient, Low Carbon Buildings and Construction Sector in Indonesia," *Global Alliance For Building and Construction*, 2022.