

Literature Review: Kajian Potensi Energi Surya Alternatif Energi Listrik

Amrul Kharisma¹, Satria Pinandita¹, Ari Endang Jayanti¹

¹Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Semarang, Indonesia;

Email : amrulkharisma@gmail.com (A.K), satria_p@usm.ac.id (S.P), ariendang@usm.ac.id (A.E.J);

Abstrak : Permintaan energi listrik setiap tahunnya meningkat dan batubara juga diprediksi akan habis dalam beberapa dekade ke depan, sehingga harus mulai digantikan dengan energi baru terbarukan seperti energi matahari yang bersumber dari radiasi matahari. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi yang dimiliki oleh energi matahari sebagai alternatif sumber energi listrik yang dapat menggantikan batubara. Penelitian ini merupakan jenis penelitian kualitatif dengan metode tinjauan pustaka. Data penelitian dikumpulkan dari sumber sekunder yang berasal dari jurnal dengan fokus penelitian yang sama tahun 2019-2024 dan laporan analisis neraca energi nasional (Dewan Energi Nasional). Temuan penelitian menunjukkan bahwa pengelolaan energi nasional telah diatur oleh Dewan Energi Nasional dalam pedoman Kebijakan Energi Nasional (KEN). Energi matahari didorong oleh pemerintah untuk dikembangkan di Indonesia karena potensinya yang sangat besar mengingat Indonesia berada di khatulistiwa dan memiliki iklim tropis sehingga intensitas radiasi matahari cenderung konstan dan komprehensif di seluruh wilayah Indonesia. Pasokan energi surya dari tahun 2018-2022 terus meningkat, hal ini juga mendorong pengembangan pembangkit listrik tenaga surya di Indonesia. Selain itu, penggunaan energi matahari sebagai bahan baku PLTS juga mendorong investasi baterai, karena sinar matahari memiliki sifat yang terputus-putus sehingga diperlukan penyimpanan sementara seperti baterai untuk menyimpan energi sebelum diubah menjadi energi listrik. Sehingga, energi surya memiliki peluang besar untuk dikembangkan di Indonesia mengingat potensi letak geografis negara dan sebagai cara untuk menarik investor.

Kata Kunci : Potensi, Energi Surya, Sumber Alternatif, Literature Review

Abstract : The demand for electrical energy is increasing every year and coal is also predicted to run out in the next few decades, so it must be replaced with new renewable energy such as solar energy sourced from solar radiation. This research aims to find out the potential of solar energy as an alternative source of electrical energy that can replace coal. This research is a type of qualitative research with a literature review method. Research data was collected from secondary sources from journals with the same research focus in 2019-2024 and the national energy balance analysis report (National Energy Council). The findings of the study show that national energy management has been regulated by the

Jurnal Energi Baru & Terbarukan, 2024, Vol. 5, No. 2, pp 145 – 154

Received : 23 Juli 2024

Accepted : 24 Juli 2024

Published : 31 Juli 2024



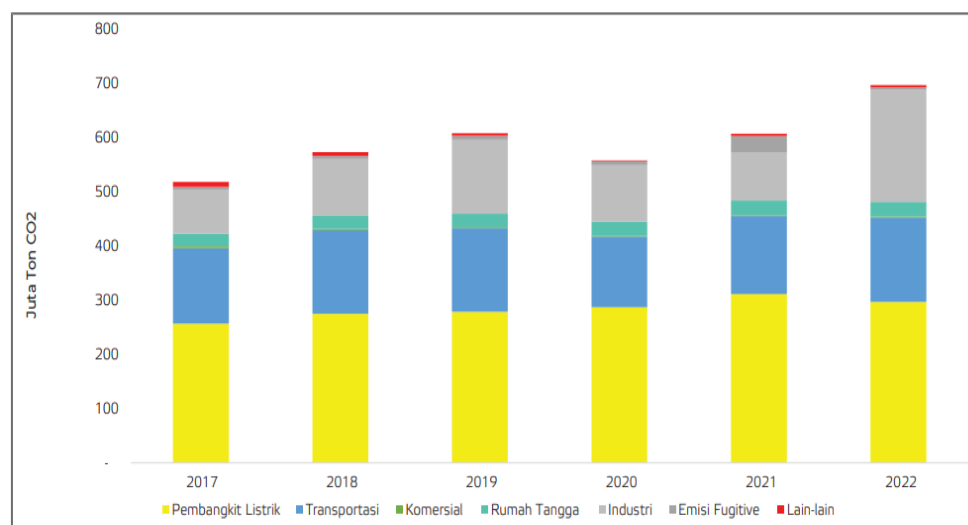
Copyright: © 2022 by the authors. [Jurnal Energi Baru dan Terbarukan](#) (p-ISSN: [2809-5456](#) and e-ISSN: [2722-6719](#)) published by Master Program of Energy, School of Postgraduate Studies. This article is an open access article distributed under the terms and condition of the [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](#) (CC BY-SA 4.0).

National Energy Council in the National Energy Policy (KEN) guidelines. Solar energy is encouraged by the government to be developed in Indonesia because of its huge potential considering that Indonesia is at the equator and has a tropical climate so that the intensity of solar radiation tends to be constant and comprehensive throughout Indonesia. The supply of solar energy from 2018-2022 continues to increase, this also encourages the development of solar power plants in Indonesia. In addition, the use of solar energy as a raw material for solar power plants also encourages battery investment, because sunlight has intermittent properties so that temporary storage such as batteries is needed to store energy before being converted into electrical energy. Thus, solar energy has a great opportunity to be developed in Indonesia considering the potential geographical location of the country and as a way to attract investors.

Keywords : Potential, Solar Energy, Alternative Sources, Literature Review

1. Pendahuluan

Meningkatnya pertumbuhan penduduk dan perkembangan teknologi berdampak pada naiknya kebutuhan energi (Desti, 2022). Kebutuhan energi dunia berkembang sangat cepat beberapa tahun belakang seiring dengan semakin berkurangnya sumber daya konvensional. Hal ini menimbulkan tantangan bagaimana dunia dapat memenuhi kebutuhan energi tersebut (Suman & Ahamad, 2018). Di Indonesia, ketersediaan energi listrik masih belum dapat memenuhi seluruh permintaan pasokan listrik yang dibutuhkan oleh masyarakat (Nurjaman & Purnama, 2022). Keterbatasan bahan bakar batubara yang digunakan dalam produksi energi listrik semakin menipis, sehingga sumber energi alternatif harus segera dimanfaatkan. Di sisi lain, krisis energi bersih masih menjadi permasalahan serius yang harus segera mendapatkan solusi karena produksi listrik masih didominasi penggunaan batu bara akan terus diiringi dengan dampak negatifnya untuk lingkungan. Setiap perubahan dari energi primer tersebut akan meningkatkan emisi gas karbon dioksida yang memicu rusaknya lingkungan dan perubahan iklim (Kristiawan et al., 2019).



Gambar 1. Emisi CO₂ Per Sektor Tahun 2017-2022
Sumber: Laporan Analisis Neraca Energi Nasional, 2023

Menurut data Dewan Energi Nasional dalam Laporan Analisis Neraca Energi Nasional 2023 menyebutkan bahwa tren emisi CO₂ dari tahun 2017-2022 mengalami pertumbuhan 6,1% tiap tahun yang berasal dari pembakaran bahan bakar dan emisi fugitive. Pertumbuhan tertinggi berasal dari sektor industri sebesar 20,6% tiap tahun (Sekretariat Jenderal Dewan Energi Nasional, 2023). Hal tersebut menunjukkan bahwa dari tahun ke tahun udara di Indonesia semakin tidak sehat. Emisi CO₂ yang meningkat setiap tahunnya memicu pemanasan global, sehingga iklim di Indonesia dapat berubah sewaktu-waktu. Apabila sistem pembangkit di Indonesia terus menerus menggunakan bahan bakar yang tidak ramah lingkungan, tentu saja dampak yang lebih parah terhadap lingkungan akan terus terjadi. Solusi yang dapat diambil oleh pemerintah untuk menghentikan dampak buruk tersebut adalah menggunakan energi bersih.

Energi bersih dan terjangkau merupakan satu dari tujuh belas tujuan yang diwujudkan dalam *Sustainable Development Goals* (SDGs). Untuk memenuhi tujuan tersebut, setiap negara ditargetkan pada tahun 2030 sudah mempunyai dan memperluas infrastruktur energi bersih, misalnya adalah energi surya. Letak geografis negara Indonesia pada garis khatulistiwa dan memiliki iklim tropis sangat menguntungkan, sebab intensitas penyinaran matahari sepanjang tahunnya sangat baik. Pemanfaatan energi surya menjadi energi listrik ini sangat potensial untuk membantu memenuhi kebutuhan energi listrik di Indonesia (Timotius et al., 2023).

Energi Baru Terbarukan (EBT) terbentuk dari dua jenis energi, yaitu energi baru dan energi terbarukan. Energi baru dapat didefinisikan sebagai energi yang didapatkan dari hasil teknologi baru, misalnya batubara tercairkan (*liquified coal*), gas metana batubara (*coal bed methane*), nuklir, hydrogen, dan batu bara tergasakan (*gasified coal*). Energi terbarukan merupakan energi yang tersedia melimpah di alam dan dapat diperbaharui sehingga dapat digunakan secara berkelanjutan apabila dikelola dengan baik (Solikah & Bramastia, 2024). Energi terbarukan berasal dari alam dan memiliki sifat ramah lingkungan, seperti panas bumi, angin, bioenergy, sinar matahari, aliran dan terjunan air, serta gerak dan perbedaan suhu lapisan laut. Energi surya merupakan salah satu jenis energi terbarukan yang diperoleh melalui pancaran sinar matahari. Untuk mengubah sinar matahari menjadi energi listrik diperlukan sel surya (Gultom & Suhelmi, 2024; Lubna et al., 2021). Energi surya merupakan sumber utama energi bebas yang tidak ada habisnya di Bumi. Saat ini, teknologi baru sedang dikembangkan untuk menghasilkan energi surya yang dikumpulkan. Energi surya merupakan energi primer yang memiliki sifat tidak polutif dan tidak dapat habis (Ferdyson & Windarta, 2023). Sebagai sumber energi terbarukan, energi matahari memegang peranan yang penting, sebab matahari merupakan sumber energi paling kuat dan paling banyak tidak dimanfaatkan oleh manusia (Suman & Ahamad, 2018). Seiring dengan berkembangnya teknologi modern, terdapat kebutuhan mendesak untuk menemukan sumber energi yang kredibel dan menjanjikan. Pada energi surya, matahari merupakan sumber utama yang dapat menjadi sarana yang layak apabila dimanfaatkan untuk menghasilkan energi photovoltaic. Energi photovoltaic tersebut diproduksi dengan bantuan energi matahari dan dikonversikan menjadi energi listrik melalui bantuan panel surya (Soomar et al., 2022). Untuk mengonversikan energi surya menjadi energi listrik dibutuhkan panel surya. Prospek pertumbuhan yang cepat dan tingginya tingkat investasi, pasar panel surya ini semakin diperebutkan di seluruh dunia, terutama di Eropa, Tiongkok, dan Amerika Serikat. Panel surya dianggap sebagai salah satu pasar paling menjanjikan di bidang energi terbarukan (Sampaio & González, 2017).

Energi surya sebagai energi ramah lingkungan telah dicanangkan oleh pemerintah dalam program nasional penyediaan energi baru terbarukan (Bayu & Windarta, 2021). Pemanfaatan energi surya mempunyai peluang besar untuk dikembangkan di Indonesia, sebab wilayah Indonesia yang sangat luas dan letaknya digaris khatulistiwa sangat menguntungkan dari sisi intensitas matahari yang cukup stabil (Afif & Martin, 2022). Artikel ini bertujuan untuk mengetahui potensi energi surya di Indonesia sebagai sumber energi baru terbarukan (EBT) ramah lingkungan yang akan menggantikan batubara sebagai bahan bakar produksi energi listrik.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian kepustakaan yang menggunakan metode literature review. Literature review adalah metode penelitian yang dapat memberikan gambaran perkembangan suatu topik tertentu. Tahap-tahap metode literature review yaitu:

- a. Pengumpulan literature penelitian yang terkait dengan fokus penelitian,
- b. Analisis dan sintesis data,
- c. Interpretasi data,
- d. Penarikan kesimpulan.

Data penelitian dikumpulkan dari sumber sekunder yang berasal dari jurnal penelitian dengan fokus topik penelitian yang sama dan laporan analisis neraca energi nasional tahun 2023. Jurnal penelitian yang menjadi acuan pada penelitian ini diantaranya yaitu: (Afif & Martin, 2022; Ferdysan & Windarta, 2023; Kabir et al., 2018)

3. Hasil

3.1. Aturan dan Kebijakan Energi Baru Terbarukan di Indonesia

Pemenuhan kebutuhan energi sangat membutuhkan campur tangan pemerintah terutama untuk menetapkan kebijakan. Kebijakan energi terbarukan di Indonesia diatur dalam UU No. 30 tahun 2007 tentang Energi yang mengamanatkan bahwa penyediaan energi baru dan energi terbarukan (EBT) wajib ditingkatkan baik oleh pemerintah pusat maupun pemerintah daerah sesuai dengan porsi kewenangannya.

Pengelolaan energi nasional diatur dalam Kebijakan Energi Nasional (KEN) yang dirancang dan dirumuskan oleh Dewan Energi Nasional (DEN) yang ditetapkan dalam PP No, 79 tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional. Tujuannya adalah untuk memberikan arahan pengelolaan energi nasional guna mewujudkan kemandirian energi dan ketahanan energi nasional untuk mendukung Pembangunan nasional yang berkelanjutan (tertera pada Pasal 5). Berdasarkan PP tersebut pada Pasal 2 disebutkan bahwa kebijakan energi nasional diselenggarakan berdasarkan prinsip berkeadilan, berkelanjutan, dan berwawasan lingkungan, sehingga kemandirian dan ketahanan energi nasional dapat diwujudkan.

Sasaran kebijakan energi nasional berdasarkan Pasal 9 salah satunya adalah tercapainya bauran energi primer yang optimal. Pemerintah menargetkan pada tahun 2025 peran energi baru dan energi terbarukan minimal 25% dan ditargetnya naik menjadi 31% pada tahun 2050 dengan catatan sektor ekonomi juga terpenuhi. Selain menargetkan kenaikan peran EBT, pemerintah juga menargetkan penurunan peran Batubara sebesar 30% pada tahun 2025 dan 25% pada tahun 2050. Hal ini menunjukkan bahwa pemerintah serius menghadapi transisi energi dari energi listrik yang bersumber dari Batubara yang akan diprediksi habis menjadi energi listrik yang bersumber dari energi baru

terbarukan (EBT). Hal ini juga ditujukan sebagai salah satu upaya pemerintah untuk mendukung komitmen net zero emission (NZE) di masa depan. Keseriusan pemerintah terhadap pengelolaan energi baru terbarukan (EBT) termasuk pemanfaatan sumber energi sinar matahari melalui penggunaan sel surya pada sektor transportasi, industri, gedung komersial, dan rumah tangga melalui pemberian insentif fiskal maupun non fiskal.

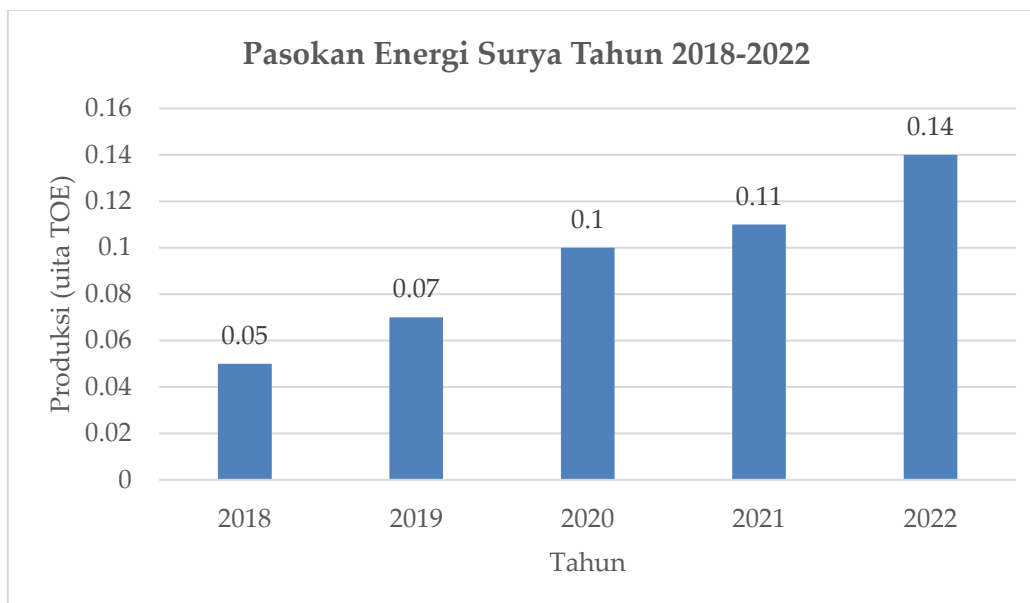
Guna mewujudkan komitmen pemerintah terhadap net zero emission (NZE), pemerintah menerbitkan Perpres No. 112 tahun 2022 tentang Percepatan Pembangunan Energi Terbarukan untuk Penyediaan Tenaga Listrik bahwa pembangunan listrik ke depan akan diprioritaskan dan diarahkan untuk menggunakan teknologi yang rendah emisi dan ramah lingkungan, salah satunya adalah pembangkit listrik tenaga surya. Tujuannya adalah agar emisi gas rumah kaca mengalami penurunan dan sebagai upaya percepatan pencapaian target bauran energi terbarukan dalam bauran energi nasional sesuai kebijakan energi nasional (KEN) (Sekretariat Jenderal Dewan Energi Nasional, 2023). Hal ini berarti, kedepan pemerintah Indonesia akan memprioritaskan penggunaan energi terbaru seperti energi surya sebagai bahan baku produksi energi listrik. Selain itu, kepastian dan payung hukum pengembangan PLTS di Indonesia diharapkan mampu membuka peluang seluas mungkin untuk memaksimalkan potensi energi surya yang tersedia di Indonesia (Bayu & Windarta, 2021).

Pemerintah Pusat dan Pemerintah Daerah berdasarkan UU No. 30 tahun 2007 tentang Energi memberikan amanat untuk menyusun Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) dan Rencana Umum Energi Daerah (RUED) hingga tahun 2050. Hal ini ditujukan untuk mendukung penerapan Kebijakan Energi Nasional (KEN). RUEN disahkan dalam Perpres No. 22 tahun 2017 sebagai pedoman kebijakan energi terbarukan dan rincian rencana pelaksanaan KEN yang bersifat lintas sektor. Sedangkan RUED disusun pemerintah daerah provinsi, kabupaten atau kota dengan acuan KEN dan RUEN yang kemudian disesuaikan dengan pengembangan potensi energi di daerah masing-masing.

3.2. Potensi Energi Surya di Indonesia

Perubahan iklim sangat berpengaruh terhadap kehidupan, terutama meningkatnya emisi gas rumah kaca yang berdampak pada semakin tercemarnya elemen udara, air, dan tanah. Dunia membutuhkan energi bersih untuk mengurangi emisi tersebut yaitu dengan menggunakan sumber energi alternatif berupa energi surya (Yasmin et al., 2024).

Banyak negara maju dan berkembang telah mengadopsi energi surya sebagai komponen alami dan penting dari pembangkit listrik untuk memenuhi kebutuhan energi mereka. Kecenderungan ini sangat penting untuk kemakmuran social-ekonomi, perusahaan, masyarakat, bangsa, dan negara serta untuk keamanan dan kemandirian energi untuk semua orang (Kabir et al., 2018). Energi surya menjadi salah satu sumber energi terbarukan yang sedang dikembangkan di Indonesia. Energi surya diperoleh dari panas matahari. Energi surya dapat menjadi solusi alternatif transisi energi karena sifatnya yang tidak merusak lingkungan dan tidak terbatas pasokannya di alam. Grafik pasokan energi surya di Indonesia dari tahun 2018-2020 digambarkan pada Gambar 1.



Gambar 2. Pasokan Energi Surya Tahun 2018-2022

Sumber: Laporan Analisis Neraca Energi, 2023

Berdasarkan Gambar 1. dapat dijelaskan bahwa pasokan energi surya sejak tahun 2018 hingga tahun 2022 mengalami kenaikan, meskipun tidak banyak. Indonesia dikalangan negara Asia Tenggara menduduki peringkat ketiga sebagai negara yang paling banyak menghasilkan sumber energi terbarukan. Negara Indonesia menyumbang 8,81% energi terbarukan di Asia Tenggara. Tren pengembangan energi terbarukan di Indonesia menunjukkan nilai positif, meskipun realisasinya masih sebagian kecil saja (Kurniawan et al., 2022).

Indonesia merupakan negara beriklim tropis, sehingga sepanjang tahun seluruh wilayah Indonesia terus terkena sinar matahari. Suhu dan rentang waktu siang hari yang terjadi relatif konstan di sepanjang tahun sebagai akibat dari stabilnya radiasi matahari yang dipancarkan oleh matahari membuat energi surya dapat menjadi pilihan alternatif sumber energi yang dapat diandalkan untuk menggantikan batu bara (Afif & Martin, 2022). Kondisi ini juga memperbesar peluang pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).

Pada tahun 2021, telah ditarik data potensi energi surya di Indonesia sebesar 3.294,4 GWp yang terbagi disetiap wilayahnya sebagaimana pada Tabel 1. Data tersebut fokus terhadap metode perhitungan potensi energi surya yang didasarkan pada klasifikasi intensitas radiasi mulai dari 3,75 kWh/m²/hari dan tetap memperhatikan peta tutupan lahan (tanpa protected area), serta termasuk juga potensi PLTS terapung (Sekretariat Jenderal Dewan Energi Nasional, 2023).

TABEL 1.

Potensi Energi Surya di Indonesia

No.	Provinsi	Potensi Energi Surya (GWp)	No.	Provinsi	Potensi Energi Surya (GWp)
1.	Aceh	99,2	18.	Nusa Tenggara Barat	23,4
2.	Sumatera Utara	122,4	19.	Nusa Tenggara Timur	369,5
3.	Riau	290,4	20.	Kalimantan Barat	91,6
4.	Kepulauan Riau	29,7	21.	Kalimantan Selatan	52,7

5.	Sumatera Barat	43,2	22.	Kalimantan Timur	100,8
6.	Jambi	121,7	23.	Kalimantan Tengah	149,5
7.	Bengkulu	13,9	24.	Kalimantan Utara	35,5
8.	Sumatera Selatan	285,2	25.	Sulawesi Barat	19,8
9.	Bangka Belitung	46,5	26.	Sulawesi Selatan	60,4
10.	Lampung	121,5	27.	Sulawesi Tengah	39,4
11.	Banten	51,8	28.	Sulawesi Tenggara	85,0
12.	DKI Jakarta	40,4	29.	Sulawesi Utara	12,0
13.	Jawa Barat	155,5	30.	Gorontalo	6,5
14.	Jawa Tengah	185,9	31.	Maluku	77,5
15.	Yogyakarta	30,3	32.	Maluku Utara	17,2
16.	Jawa Timur	176,4	33.	Papua	252,3
17.	Bali	21,6	34.	Papua Barat	65,8
Total Potensi Energi Surya (GWp)				3.294,4	

Sumber: Laporan Analisis Neraca Energi, 2023

Menurut data yang dipaparkan pada Tabel 1. diketahui bahwa tiga wilayah provinsi di Indonesia yang memiliki potensi energi surya terbesar terletak di provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT), provinsi Riau, dan provinsi Sumatera Selatan (Sekretariat Jenderal Dewan Energi Nasional, 2023). Meskipun terdapat potensi besar dari energi surya sebesar 3.294,4 GWp di wilayah Indonesia, tetapi dari total potensi tersebut baru dimanfaatkan 0,3 GW atau sebesar 0,01%. Hal ini menunjukkan bahwa, potensi energi surya di Indonesia sangat besar tetapi masih belum dapat dimanfaatkan dengan optimal untuk bahan baku produksi listrik sehingga terbuang begitu saja. Menurut data statistik PLN tahun 2022, rasio elektrifikasi pada tahun 2022 sebesar 97,63%. Jadi masih terdapat 2,47% masyarakat Indonesia masih belum dapat mengakses listrik. Apabila potensi energi surya yang dimiliki oleh Indonesia dapat dioptimalkan untuk produksi listrik, maka besar kemungkinan seluruh wilayah dan masyarakat Indonesia 100% sudah teraliri listrik dari pemanfaatan energi surya.

Sedangkan menurut laporan status energi bersih Indonesia, dengan mempertimbangkan efisiensi dari teknologi photovoltaic yang saat ini sudah tersedia, energi surya mempunyai potensi lebih dari 200 Gigawatt. Akan tetapi, pemanfaatan energi surya sebagai bahan bakar pembangkit listrik masih dibawah 100 Megawatt. Potensi energi surya terbesar terletak di Kalimantan Barat sebesar 20 Gigawatt, Sumatera Selatan sebesar 17 Gigawatt, dan Kalimantan Timur sebesar 13 Gigawatt. Ketiga daerah tersebut juga meruoakan daerah dengan potensi Cadangan batu bara terbesar, sehingga sangat berpotensi menjadi wilayah transisi sumber energi batubara menjadi energi surya (Institute for Essential Services Reform (IESR), 2019).

Kedua data tersebut menunjukkan bahwa, Indonesia sangat berpeluang besar untuk menjadi wilayah pengembangan energi Batubara menjadi energi surya yang lebih ramah lingkungan dan tersedia selama matahari bersinar. Hal ini juga ditekankan pada penelitian Alim et al (2023) bahwa pemanfaatan sumber energi matahari cukup mudah dilakukan di Indonesia, apabila dikelola dengan baik, maka ketahanan energi di Indonesia dapat terwujud. Kehidupan berkelanjutan dapat diwujudkan melalui investasi energi baru terbarukan guna mengurangi penggunaan energi fosil secara bertahap (Alim et al., 2023).

Energi surya telah menjadi salah satu solusi terbaik untuk mengatasi krisis pemanasan global saat ini, yang dampak negatifnya sangat fatal jika tidak segera diatasi. Oleh sebab itu, dengan mengganti

sumber Listrik berbasis batu bara dan gas dengan energi surya, mitigasi pemanasan global pada akhirnya akan memberikan manfaat untuk aspek sosial, ekonomu, dan lingkungan, sehingga pembangunan berkelanjutan dan dicapai. Energi surya akan menghemat banyak biaya yang saat ini digunakan untuk mengimpor bahan bakar fosil dari tempat lain sehingga proyek energi surya ini akan memperyatakan sirkulasi uang dalam ekonomi local. Dari sudut pandang ekonomi, tenaga surya sangat menguntungkan di sisi insentif pajak, daya tahan, pengurangan tagihan listrik, dan meningkatkan nilai properti (Kabir et al., 2018).

Akan tetapi, pengembangan PLTS ini akan dirasa sulit berkembang karena alasan intermittensinya. Hal ini karena PLTS sangat bergantung pada intensitas sinar matahari, sedangkan cuaca sifatnya akan berubah-ubah dan tidak menentu. Akan tetapi, kendala ini dapat diatasi dengan penggunaan baterai sebagai penyimpanan energinya. Sistem penyimpanan energi dengan menggunakan baterai ini dapat dilakukan dengan cara energi surya yang dikonversikan menjadi energi listrik akan disimpan dalam baterai sehingga dapat digunakan secara langsung maupun digunakan melalui jaringan listrik. Selain berpotensi untuk pengembangan PLTS, Indonesia juga berpotensi untuk dikembangkan industri baterai, tidak hanya sebagai pengguna saja melainkan sebagai pemasok baterai dari bahan bakunya hingga proses daur ulangnya.

Selain itu, terdapat alasan lain mengapa energi surya jarang digunakan dalam system yang sangat besar. Hal tersebut karena faktor keterbatasan penyediaan lahan, sehingga energi surya lebih banyak digunakan pada system dengan skala lebih kecil dan cenderung digunakan untuk daerah terpencil yang belum dapat dijangkau aliran listrik (Ferdyson & Windarta, 2023). Hal serupa juga diungkapkan dalam penelitian Bayu dan Windarta (2021) bahwa pengembangan pembangkit listrik yang memanfaatkan energi surya terkendala biaya investasi yang cukup mahal terutama untuk penyediaan komponen baterai dan pembebasan lahan untuk pengembangan dalam jumlah yang lebih besar (Bayu & Windarta, 2021). Meskipun pemasangan sistem energi surya membutuhkan investasi awal yang cukup mahal untuk pemasangan, sistem ini beroperasi dengan biaya yang sangat rendah. Permintaan finansial untuk tenaga surya relatif stabil dalam jangka panjang, berbeda dengan harga bahan bakar fosil yang rentan terhadap fluktuasi harga yang besar. Panel surya juga bebas polusi suara dan mudah dirawat karena tidak ada bagian yang bergerak secara mekanis. Panel surya juga memerlukan fleksibilitas pemasangan karena dapat dengan mudah dipasang di dinding bangunan atau atap. Selain itu, karena system tenaga surya terdistribusi dan terdiri dari berbagai rangkaian panel surya individu, sehingga tidak terlalu rentan terhadap kegagalan dalam skala yang besar. Jadi apabila terdapat satu bagian susunan yang rusak, maka bagian lain akan tetap dapat beroperasi (Kabir et al., 2018).

Jadi berdasarkan studi kepustakaan yang telah dilakukan dapat disimpulkan jika penggunaan energi surya sebagai energi alternatif dalam produksi energi listrik sangat berpotensi untuk dikembangkan di Indonesia. Selain untuk mengurangi efek negatif yang ditimbulkan dari produksi listrik berbahan bakar batubara, penggunaan energi surya juga dapat digunakan sebagai jalan menarik investor baterai di Indonesia.

Implikasi dari penelitian ini dapat berkontribusi terhadap pengembangan energi surya di Indonesia, baik secara nasional maupun regional. Akan tetapi, pada penelitian ini tidak dijelaskan analisis potensi energi surya dari aspek geografi, teknologi, dan ekonomi. Untuk itu keterbatasan pada penelitian ini dapat dikembangkan untuk penelitian

4. Kesimpulan

Negara Indonesia merupakan negara potensial untuk dikembangkan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sehingga dapat mulai beralih dari sumber energi konvensional menjadi sumber energi surya yang jauh lebih aman, terutama bagi lingkungan. Energi surya merupakan satu dari beberapa jenis energi baru terbarukan (EBT) yang diatur pengelolannya oleh Dewan Energi Nasional melalui Kebijakan Energi Nasional (KEN) yang disahkan melalui PP No, 79 tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional. Dewan Energi Nasional menargetkan pada tahun 2025 peran energi baru dan energi terbarukan minimal 25% dan ditargetnya naik menjadi 31% pada tahun 2050 sedangkan peran batubara ditargetnya turun menjadi 30% pada tahun 2025 dan 25% pada tahun 2050. Pemerintah mengupayakan berbagai untuk mendukung pengembangan energi terbarukan di Indonesia salah satunya adalah energi surya. Indonesia yang terletak di garis khatulistiwa dan beriklim tropis dianggap sangat menguntungkan dari sisi penyinaran matahari disepanjang tahunnya sehingga cocok digunakan untuk pengembangan PLTS yang menggunakan bahan baku energi surya. Energi surya bersumber dari sinar matahari, sehingga memiliki sifat intermitten. Potensi besar terhadap energi surya akan membawa efek baik untuk industri baterai di Indonesia.

Daftar Pustaka

- Afif, F., & Martin, A. (2022). Potensi dan Kebijakan Energi Surya di Indonesia. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, Dan Material*, 6(1), 43–52. <https://doi.org/https://doi.org/10.30588/jeemm.v6i1.997>
- Alim, M. S., Thamrin, S., & Laksmono W, R. (2023). Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya sebagai Alternatif Ketahanan Energi Nasional Masa Depan. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Nusantara (JPKMN)*, 4(3), 2427–2435. <https://doi.org/10.55338/jpkmn.v4i2.1480>
- Bayu, H., & Windarta, J. (2021). Tinjauan Kebijakan dan Regulasi Pengembangan PLTS di Indonesia. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, 2(3), 123–132. <https://doi.org/10.14710/jebt.2021.10043>
- Desti, I. (2022). Literature Review: Upaya Energi Bersih dan Terjangkau. *Jurnal Sains Edukatika Indonesia (JSEI)*, 4(1), 8–11.
- Ferdyson, F., & Windarta, J. (2023). Overview Pemanfaatan dan Perkembangan Sumber Daya Energi Surya Sebagai Energi Terbarukan di Indonesia. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, 4(1), 1–6. <https://doi.org/10.14710/jebt.2023.15714>
- Gultom, T. T., & Suhelmi. (2024). Sistem Pembumian pada Kapal Penangkap Ikan menggunakan Energi Terbarukan. *RELE (Rekayasa Elektrikal Dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 6(2), 88–94. <https://doi.org/https://doi.org/10.30596/rele.v6i2.17686>
- Institute for Essential Services Reform (IESR). (2019). *Laporan Status Energi Bersih Indonesia: Potensi, Kapasitas Terpasang, dan Rencana Pembangunan Pembangkit Listrik Energi Terbarukan 2019*. www.iesr.or.id
- Kabir, E., Kumar, P., Kumar, S., Adelodun, A. A., & Kim, K. H. (2018). Solar energy: Potential and future prospects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82, 894–900. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.09.094>
- Kristiawan, H., Kumara, I. N. S., & Giriantari, I. A. D. (2019). Potensi Paembangkit Listrik Tenaga Surya Atap Gedung Sekolah di Kota Denpasar. *Jurnal SPEKTRUM*, 6(4), 66–70. <https://doi.org/https://doi.org/10.24843/SPEKTRUM.2019.v06.i04.p10>

- Kurniawan, I., Ichwani, R., Fionasari, R., Batubara, A., & Huda, A. (2022). Indonesia's Renewable Energy Outlook: What to Expect in The Future Renewable Energy of Indonesia. A Brief Review. *Elkawanie: Journal of Islamic Science and Technology*, 8(2), 298–313. <https://doi.org/10.22373/ekw.v8i2.18738>
- Lubna, Sudarti, & Yushardi. (2021). Potensi Energi Surya Fotovoltaik sebagai Sumber Energi Alternatif. *Pelita: Jurnal Penelitian Dan Karya Ilmiah*, 21(1), 76–79.
- Nurjaman, H. B., & Purnama, T. (2022). Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sebagai Solusi Energi Terbarukan Rumah Tangga. *Jurnal Edukasi Elektro*, 06(02), 136–142. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.21831/jee.v6i2.51617>
- Sampaio, P. G. V., & González, M. O. A. (2017). Photovoltaic solar energy: Conceptual framework. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 74, 590–601. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.02.081>
- Sekretariat Jenderal Dewan Energi Nasional. (2023). *Laporan Analisis Neraca Energi Nasional*.
- Solikah, A. A., & Bramastia, B. (2024). Systematic Literature Review : Kajian Potensi dan Pemanfaatan Sumber Daya Energi Baru dan Terbarukan Di Indonesia. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, 5(1), 27–43. <https://doi.org/10.14710/jebt.2024.21742>
- Soomar, A. M., Hakeem, A., Messaoudi, M., Musznicki, P., Iqbal, A., & Czapp, S. (2022). Solar Photovoltaic Energy Optimization and Challenges. *Frontiers in Energy Research*, 10, 1–17. <https://doi.org/10.3389/fenrg.2022.879985>
- Suman, S. K., & Ahamad, J. (2018). Solar Energy Potential and Future Energy of India: An Overview. *International Journal of Engineering Science and Computing*, 8(5), 17575–17579. <http://ijesc.org/>
- Timotius, H., Simatupang, J. W., Andriani, M., Situmeang, P., Ramos SM, I., & Fauzi, M. (2023). Analisis Potensi Energi Matahari menjadi Energi Listrik di Indonesia: Proyeksi dan Peramalan Kapasitas Terpasang PLTS dengan Metode Double Exponential Smoothing. *TESLA: Jurnal Teknik Elektro*, 25(2), 183–195. <https://doi.org/https://doi.org/10.24912/tesla.v25i2.25831>
- Yasmin, S. Y., Syah, F. F., Azka, M. A. A., & Aribowo, D. (2024). Energi Surya Sebagai Solusi Dalam Peningkatan Efisiensi Energi Perspektif SDGs 7 (Sustainable Development Goals 7) 2030. *Venus: Jurnal Publikasi Rumpun Ilmu Teknik*, 2(2), 108–117. <https://doi.org/10.61132/venus.v2i2.252>