

Penggunaan Energi Bersih Menggunakan Panel Surya Di India

Yuli Estefani¹, Naomi Elisabet Putri Simarmata^{1,2}, Bayu Saputra Bahri^{1,3}, Samuel Saputra Sibarani^{1,4}

¹Program Studi Teknik Elektro, Institut Teknologi Sumatera, Indonesia;

²Program Studi Teknik Elektro, Institut Teknologi Sumatera, Indonesia;

³Program Studi Teknik Elektro, Institut Teknologi Sumatera, Indonesia;

⁴Program Studi Teknik Elektro, Institut Teknologi Sumatera, Indonesia;

Email : yuli.120130046@student.itera.ac.id (N.P1), naomi.120130035@student.itera.ac.id (N.P2),
bayu.120130107@student.itera.ac.id (N.P3), samuel.120130015@student.itera.ac.id (N.P4);

Abstrak : Pada jurnal ini akan membahas mengenai energi bersih di India dengan memanfaatkan panel surya. hal tersebut dikarenakan pada zaman sekarang ini tingginya angka polusi udara, yang dimana hal tersebut menjadi permasalahan lingkungan yang memerlukan perhatian serius. Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang menggunakan batubara sebagai penghasil energi listrik menjadi salah satu penyumbang polusi udara di India. Selain menjadi penyumbang polusi udara, India juga menjadi salah satu negara produsen batubara terbesar di dunia. India bersama China menjadi negara produsen batu bara di dunia, kedua negara ini menggunakan batu bara guna mendorong pertumbuhan ekonomi, sehingga kedua negara ini menjadi negara dengan pertumbuhan ekonomi terkuat di dunia. Permintaan batubara di India terus meningkat secara signifikan akibat bertambahnya populasi dan ekonomi. Pada satu sisi pasokan listrik di India terutama pada daerah pedesaan masih kurang dari kebutuhan yang dapat menghambat ekonomi, sedangkan di sisi lain daerah perkotaan memerlukan konsumsi energi yang tinggi. Dengan banyaknya permintaan dan penggunaan batu bara membuat negara ini menjadi negara penghasil karbondioksida terbesar ketiga di dunia. Oleh karena itu, India diminta oleh negara-negara G7 untuk berkomitmen menuju status emisi nol bersih paling lambat sampai tahun 2050. India merupakan negara yang memiliki 2 iklim utama yaitu tropis dan subtropis. Sebagai negara tropis yang dengan cahaya matahari sepanjang tahun, India memanfaatkannya dengan cara mengolah energi surya menjadi listrik dengan menggunakan pembangkit listrik tenaga surya. Berdasarkan data Diagram Kapasitas Instalasi Tenaga Surya energi surya di India berkembang secara pesat dengan menghasilkan listrik di negara bagian yaitu Rajasthan sekitar 3615 MW dan industri tenaga surya atap Gujarat menduduki nomor satu dengan kapasitas terpasang tenaga surya sebesar 660 MW.

Jurnal Energi Baru & Terbarukan, 2023, Vol. 4, No. 3, pp 274 – 284

Received : 22 Agustus 2023

Accepted : 18 September 2023

Published : 25 Oktober 2023



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).

Kata Kunci : *Batu Bara, Energi Bersih, Ekonomi, India, Energi Surya, Energi Terbarukan, Polusi Udara.*

Abstract : This journal will discuss clean energy in India by utilizing solar panels. This is because nowadays there are high levels of air pollution, which is an environmental problem that requires serious attention. Steam Power Plants (PLTU) which use coal to produce electrical energy are one of the contributors to air pollution in India. Apart from being a contributor to air pollution, India is also one of the largest coal producing countries in the world. India and China are coal producing countries in the world, these two countries use coal to encourage economic growth, so that these two countries are the countries with the strongest economic growth in the world. Coal demand in India continues to increase significantly due to population and economic growth. On the one hand, electricity supply in India, especially in rural areas, is still less than demand, which can hamper the economy, while on the other hand, urban areas require high energy consumption. With the large demand and use of coal, this country is the third largest carbon dioxide producer in the world. Therefore, India was asked by the G7 countries to commit to net zero emission status no later than 2050. India is a country that has 2 main climates, namely tropical and subtropical. As a tropical country with sunlight all year round, India takes advantage of it by processing solar energy into electricity using solar power plants. Based on data from the Solar Installation Capacity Diagram, solar energy in India is growing rapidly by generating electricity in the state, namely Rajasthan, around 3615 MW and Gujarat's rooftop solar industry is number one with an installed solar power capacity of 660 MW.

Keywords : *Coal, Clean Energy, Economy, India, Solar Energy, Renewable Energy, Air Pollution.*

1. Pendahuluan

Pendahuluan berisi uraian tentang apa latar belakang penelitian secara umum, hasil-hasil penelitian sebelumnya yang terkait dan didukung dengan literatur. Dalam pendahuluan juga diberikan gap analysis yang memungkinkan pembaca mengetahui kebaruan penelitian anda. Akhiri bab pendahuluan dengan tujuan penelitian. Saat ini, pencemaran udara merupakan salah satu masalah lingkungan yang memerlukan perhatian serius. Pada tahun 2019, Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) menyebutkan bahwa polusi udara merupakan risiko kesehatan lingkungan paling banyak bagi manusia yang menyebabkan lebih 7 juta orang meninggal setiap tahunnya [1]. Berdasarkan data 9 dari 10 orang didunia menghirup udara dengan kandungan polutan tingkat tinggi. Pencemaran udara merupakan adanya zat, energi, atau komponen yang berbahaya pada udara yang dapat ditimbulkan dari dua faktor yaitu alam seperti kebakaran hutan, aktivitas gunung api, serta kegiatan mikroorganisme dan manusia seperti kegiatan pabrik, asap kendaraan, serta pembangkit listrik. PLTU (pembangkit listrik tenaga uap) merupakan jenis pembangkit listrik yang sumber daya penghasil listrik nya menggunakan batu bara. Sumber daya PLTU ini menjadi penyumbang polusi udara yang signifikan di negara-negara berkembang seperti India. Penggunaan batubara bukan menjadi satu-satunya penyebab yang mendorong India menjadi negara dengan polusi udara yang tinggi. Akan tetapi, dikarenakan India juga menjadi salah satu negara produsen batubara terbesar di dunia. Menurut laporan dari Pusat Pemantauan Perekonomian India, negara ini mengimpor sebanyak 171 juta ton batu bara pada tahun 2013–2014, 215 juta ton pada tahun 2014–2015, 207 juta ton pada tahun 2015–2016, 195 juta ton pada tahun 2016–2017, dan 213 juta ton pada 2017–2018 [2].

Proses perubahan kondisi ekonomi pada suatu negara menuju lebih baik selama periode tertentu merupakan definisi dari Pertumbuhan ekonomi [3]. India bersama China menjadi negara produsen batu bara terbesar di dunia, kedua negara tersebut banyak menggunakan batu bara sebagai faktor yang mendorong pertumbuhan ekonomi di negara nya. Sehingga hal tersebut menjadikan kedua negara ini sebagai negara dengan pertumbuhan ekonomi terkuat di dunia. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Chang dkk mengenai hubungan dari sebab-akibat antara konsumsi batu bara dengan pertumbuhan ekonomi pada negara-negara BRICS (Brasil, Rusia, India, Cina, dan Afrika Selatan) yaitu menggunakan data pada tahun 1985-2009 didapatkan hasilnya yaitu dari kelima negara tersebut, pada negara Brazil, Rusia, dan Afrika Selatan tidak ada hubungan sebab-akibat antara konsumsi batu bara dan pertumbuhan ekonomi. Pada negara China didapatkan hasil yaitu adanya hubungan searah antara konsumsi batu bara dengan pertumbuhan ekonomi. Sebaliknya negara India didapatkan hasilnya yaitu hubungan dua arah antara konsumsi batubara dengan pertumbuhan ekonomi [4]. Hal ini diakibatkan, adanya kesenjangan antara pasokan energi dan permintaan energi. Permintaan batubara terus meningkat secara signifikan akibat bertambahnya populasi dan ekonomi. Pada satu sisi pasokan listrik di India terutama pada daerah pedesaan masih kurang dari kebutuhan yang dapat menghambat ekonomi, sedangkan di sisi lain daerah perkotaan memerlukan konsumsi energi yang tinggi. Dengan banyaknya permintaan dan penggunaan batu bara membuat negara ini menjadi negara penghasil karbondioksida terbesar ketiga di dunia [5].

Negara-negara G7 telah meminta semua negara yang memiliki perekonomian besar seperti Tiongkok dan India untuk berkomitmen menuju status emisi nol bersih paling lambat sampai tahun 2050. Dengan adanya tuntutan tersebut dan melihat kondisi India diperlukan jangka waktu yang lebih lama untuk dapat mencapai status emisi nol bersih. Perdana Menteri Narendra Modi menyampaikan bahwa India berjanji untuk mengurangi emisinya hingga mencapai nol bersih pada tahun 2070 pada pertemuan puncak di Glasgow. Modi mendeklarasikan janji tersebut, sebagai salah satu lima komitmen negaranya yang didalamnya termasuk janji bagi India untuk mendapatkan 50% energinya dari sumber daya terbarukan pada tahun 2030 dan ditahun yang sama mengurangi total emisi karbon sebesar satu milyar ton. Untuk itu diperlukan peralihan dari penggunaan energi yang menghasilkan emisi karbon ke penggunaan alternatif energi baru terbarukan (EBT) seperti bioenergi, tenaga air, nuklir, angin, dan energi matahari, yang dapat mengatasi masalah kekurangan energi dan dampak negatif energi tradisional terhadap atmosfer. India adalah negara yang memiliki 2 iklim utama yaitu tropis dan subtropis. Negara ini banyak memiliki variasi topografi yang berbeda-beda. Akan tetapi, India sebagai negara dengan iklim tropis yang banyak menerima cahaya matahari sepanjang tahun. Kondisi ini dimanfaatkan oleh India untuk mengolah energi surya menjadi listrik dengan menggunakan pembangkit listrik tenaga surya.

2. Tinjau Teoritis

1. Energi Environment

Energi lingkungan merupakan suatu istilah yang umumnya digunakan pada sumber daya energi dan teknologi yang lebih ramah lingkungan. Ini mencakup sumber energi yang berkelanjutan, seperti energi surya, angin, hidro, dan biomassa, yang dampaknya terhadap lingkungan lebih rendah dibandingkan dengan sumber energi konvensional, seperti batu bara dan minyak bumi. Tujuan dari energi lingkungan adalah untuk meminimalkan jejak karbon dan dampak negatif lainnya pada ekosistem, serta mendukung keberlanjutan jangka panjang.

India, sebagai negara tropis, memiliki banyak energi matahari. Geografinya memungkinkan banyak daerah untuk menerima sejumlah besar matahari sepanjang Tahun. Hasil peramalan energi listrik di seluruh India, berdasarkan data satelit dan dikonfirmasi oleh pengamatan lapangan, menunjukkan bahwa tanah di negara ini menerima total 500.000 TWh energi listrik. Sebagian besar wilayah India menerima sekitar 4-7 kWh/m²/hari, dengan puncak radiasi horizontal global terjadi di negara bagian Rajasthan dan Gujarat [6].

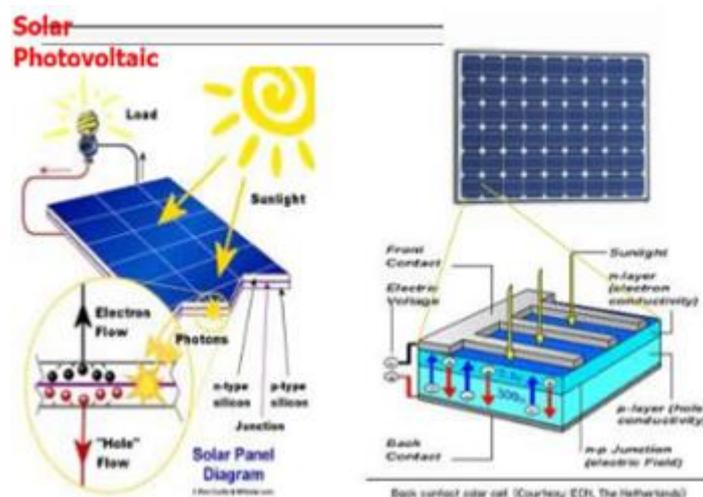
Untuk mengurangi ketergantungan menggunakan energi konvensional kita, maka harus ada komitmen pada setiap negara khususnya untuk negeri India beralih dari energi konvensional ke energi terbarukan, yaitu :

a. Energi Surya

Banyak cara yang dapat dilakukan untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Energi Surya merupakan energi yang ramah lingkungan, hal tersebut dikarenakan pada energi surya tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca, minim dampak lingkungan, dan masih akan berkembang lagi. Manusia memanfaatkan energi surya untuk menghasilkan energi listrik menggunakan konsep "photovoltaic". Photovoltaic (photo-cahaya, voltaic=tegangan) merupakan suatu cara memanfaatkan cahaya matahari secara langsung dan mengubahnya menjadi energi listrik[7]. Elektron – elektron dalam sel surya dilepaskan oleh energi foton, menciptakan arus listrik searah. Arus tersebut kemudian dialirkan melalui inverter untuk diubah menjadi arus bolak-balik, agar listrik yang dihasilkan dapat digunakan untuk kehidupan sehari-hari dan juga disimpan pada baterai agar dapat digunakan pada malam hari.

Umumnya, modul fotovoltaik atau bisa disebut panel surya dijual dengan kapasitas 50 Watt-peak (Wp) atau kelipatannya. Watt-peak adalah satuan daya yang dapat dihasilkan oleh modul panel surya dalam kondisi uji standar (Standard Test Condition - STC). Efisiensi pembangkitan energi listrik dari modul panel surya pada skala komersial saat ini mencapai sekitar 14-15% [7].

Salah satu bagian utama dari Sistem Energi Panel Surya yaitu sel fotovoltaik, yang secara langsung dapat mengubah sinar matahari menjadi energi listrik. Sebagian besar teknologi sel fotovoltaik yang saat ini dikembangkan yaitu jenis kristal dengan silikon sebagai bahan bakunya [7]. Modul panel surya, sebagai produk akhirnya, memiliki bentuk lembaran kaca dengan ketebalan sekitar 6-8 milimeter. Selain itu, terdapat juga Balance of System (BOS) yang melibatkan controller, inverter, kerangka modul, serta peralatan listrik seperti kabel, stop kontak, dan sebagainya. Komponen lainnya termasuk unit penyimpanan energi seperti baterai, serta peralatan penunjang lainnya seperti inverter, sistem terpusat, sistem hibrid, dan lain-lain. Sistem Panel Surya diilustrasikan dalam Skema Sistem Panel Surya (Gambar 1)



Gambar 1. Skema Sistem Panel Surya

b. Energi Angin, Hydro, dan Biomassa

Energi angin di India memiliki potensi besar, dengan lebih dari 602 GW energi angin darat dan 100 GW energi angin lepas pantai [8]. Meskipun kapasitas terpasang pada September 2022 mencapai 41,67 GW, India masih memiliki ruang untuk mengoptimalkan potensi energi angin. Penggunaan turbin angin untuk menghasilkan listrik dianggap sebagai solusi ramah lingkungan.

Energi air, atau hydropower, dihasilkan melalui pergerakan air yang memutar turbin. India memiliki potensi hydropower terbesar ke-5 di dunia, tetapi potensi ini belum sepenuhnya dimanfaatkan. Pada Maret 2022, India memiliki total 197 pembangkit listrik tenaga air, menghasilkan 46.850 MW, namun sebagian besar di antaranya belum dioptimalkan sepenuhnya [9].

Selanjutnya, energi biomassa dihasilkan melalui pembakaran biomassa seperti serasah kayu, limbah pertanian, atau biomassa khusus untuk energi. Proses ini tidak hanya memberikan sumber energi terbarukan, tetapi juga membantu mengelola limbah organik, serta mengurangi emisi gas rumah kaca. Potensi biomassa India diperkirakan mencapai 18.000 MW, dengan limbah pertanian menjadi sumber utama [10]. Namun, penting untuk mengelola proses ini dengan bijaksana untuk meminimalkan dampak lingkungan dan memastikan keberlanjutan.

Selain itu, untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan teknologi energi biomassa terus dilakukan penelitian dan pengembangan. Potensi besar India dalam hal biomassa mencakup limbah pertanian sekitar 754 juta ton setiap tahun, dan sisa hutan seperti ranting dan daun pohon juga dapat dimanfaatkan sebagai sumber biomassa [10]. Kementerian Energi Baru dan Terbarukan India memperkirakan bahwa potensi biomassa India dapat menghasilkan 146.500 juta unit listrik per tahun.

2. Energy Economics

a) Nilai Energi Ekonomi Yang Ada Di India

Ekonomi energi adalah bidang studi yang mengeksplorasi aspek ekonomi yang berhubungan dengan produksi, distribusi, dan konsumsi energi. Konsumsi energi meningkat dari tahun ke tahun yang dimana didorong oleh pertumbuhan populasi – yang akan segera menjadi populasi terbesar di dunia – dan periode pertumbuhan ekonomi yang pesat. Akses listrik rumah tangga yang hampir universal tercapai pada tahun 2019, yang berarti lebih dari 900 juta penduduk telah mendapatkan sambungan listrik dalam waktu kurang dari dua decade [11]. Industrialisasi dan urbanisasi yang terus berkembang di India menghadirkan tantangan besar bagi sektor energi dan pembuat kebijakan. Tingkat penggunaan energi per kapita di India saat ini jauh di bawah rata-rata global, serta terdapat disparitas yang signifikan dalam pola penggunaan energi dan kualitas layanan antar negara bagian serta antara wilayah pedesaan dan perkotaan. Keterjangkauan dan keandalan pasokan energi menjadi keprihatinan utama bagi konsumen di India.

Peningkatan kebutuhan bahan bakar batubara meningkat sekitar 11% sampai tahun 2020. Yang dimana menandakan negara India masih membutuhkan bahan bakar untuk memproduksi energi listrik. Minyak bumi dan gas alam penggunaannya masih stabil dari tahun ke tahun, dan untuk biomassa tradisional terus turun ke turun dari 26% ke 13% sehingga menunjukkan negara India mengurangi kebutuhan dari biomassa tradisional.

Untuk menggantikan energi fosil yang dimana digunakan untuk memproduksi energi listrik, negara india secara teratur membangun produksi energi terbarukan yaitu tenaga angin, tenaga surya, tenaga biomassa, hidro kecil dan lain lain. Negara India menargetkan untuk tahun 2030 akan menghasilkan total 500 GW untuk produksi energi terbarukan. Negara india menunjukkan keseriusan dalam menangani pergantian energi fosil menuju energi terbarukan untuk tidak ketergantungan pada energi fosil.

b) Prospek Dan Kebijakan Dalam Pemanfaatan Panel Surya di India

Peningkatan kebutuhan energi listrik untuk kehidupan sehari – hari dan pengurangan penggunaan energi konvensional maka terjadi kenaikan pasar pada Panel Surya. Untuk mengakselerasi pengembangan sumber energi terbarukan, terutama Panel Surya, India membentuk Kementerian Sumber Energi Non-Konvensional, yang kemudian berganti nama menjadi Kementerian Energi Baru dan Terbarukan (MNRE). Sejak awal berdirinya, MNRE telah menjadi kementerian pertama di dunia yang didirikan dengan tujuan tunggal untuk merumuskan dan melaksanakan kebijakan-kebijakan yang mendukung pengembangan energi terbarukan di negara tersebut [12].

Sebagian besar sektor energi di India menggunakan batu bara sebagai sumber bahan bakar, sedangkan energi terbarukan hanya menyumbang 0% dari total energi sektor tersebut. Meskipun kapasitas listrik mencapai 1.350 MW pada tahun 1947 dan melonjak lebih dari 100 kali lipat menjadi 160.000 MW pada tahun 2018, proyeksi ke depan menunjukkan kebutuhan listrik dasar mencapai 90.000 MW dalam tujuh tahun ke depan. IEA memproyeksikan India sebagai kontributor terbesar kedua terhadap permintaan energi global pada tahun 2035 [13]. Meskipun perkembangan teknologi baru dapat meningkatkan produktivitas dan gaya hidup, hal ini juga membawa perubahan sosial ekonomi yang mungkin ditentang oleh masyarakat. Elemen kunci dalam strategi energi India mencakup kesadaran, keseimbangan jaringan listrik, daya saing biaya, dan efektivitas biaya. Meskipun subsidi untuk produksi energi terbarukan dianggap sebagai langkah positif, penelitian menunjukkan bahwa produksi energi terbarukan yang disubsidi masih 50% lebih mahal dibandingkan dengan pembangkit listrik konvensional [14]. Oleh karena itu, kebijakan yang mendukung pengembangan energi surya menjadi kebutuhan mendesak. India, dengan kelimpahan sumber daya tenaga surya yang dipengaruhi oleh kondisi geografis dan lokasinya, memiliki potensi besar untuk mengembangkan energi surya sebagai sumber listrik yang layak dan berkelanjutan.

Pada awal abad ke-21, pemerintah India mulai mengambil langkah-langkah serius untuk mendorong pengembangan energi terbarukan. Selama periode rencana lima tahun (2002-2012), target ambisius ditetapkan untuk menambah kapasitas terpasang sebesar 25 GW pada tahun 2012. Meskipun perjalanan menuju target ini tidak selalu mulus, kebijakan-kebijakan ini telah membantu meningkatkan kapasitas terpasang energi terbarukan, di mana energi surya menyumbang 19% dari total kapasitas terpasang yang terpasang[15].

Selain itu, langkah-langkah legislatif seperti Undang-Undang Ketenagalistrikan tahun 2003 dan Kebijakan Tarif tahun 2006 diberlakukan untuk mengubah lanskap sektor energi di India. Undang-Undang ini bertujuan untuk mendorong pengembangan industri ketenagalistrikan, memprivatisasi sektor pembangkitan, distribusi, dan transmisi, serta menyediakan listrik ke seluruh wilayah, terutama di pedesaan. Kebijakan Tarif memberikan insentif khusus bagi pembangkitan energi terbarukan dan kogenerasi [16].

Pengembangan teknologi fotovoltaik juga didukung melalui pembentukan Komisi Sumber Energi Tambahan di Departemen Sains dan Teknologi, yang kemudian digabung dengan departemen Sumber Energi Non-Konvensional pada tahun 1992. Meskipun kapasitas terpasang energi terbarukan hanya mencapai 29% pada tahun 2002, sejumlah

kebijakan yang diimplementasikan selama periode berikutnya, termasuk rencana lima tahun, membantu meningkatkan angka tersebut.

Selain dukungan pemerintah, investasi swasta juga memainkan peran penting dalam pertumbuhan sektor energi terbarukan, terutama energi surya. Pada tahun fiskal 2016-17, pemerintah mengalokasikan INR 3000 crores (setara dengan 30 miliar) khusus untuk pengembangan energi surya. Investasi ini, bersama dengan peningkatan target kapasitas fotovoltaik surya menjadi 100 GW pada tahun 2022, mencerminkan komitmen kuat India untuk mengadopsi energi terbarukan sebagai sumber utama listrik di masa depan [6].

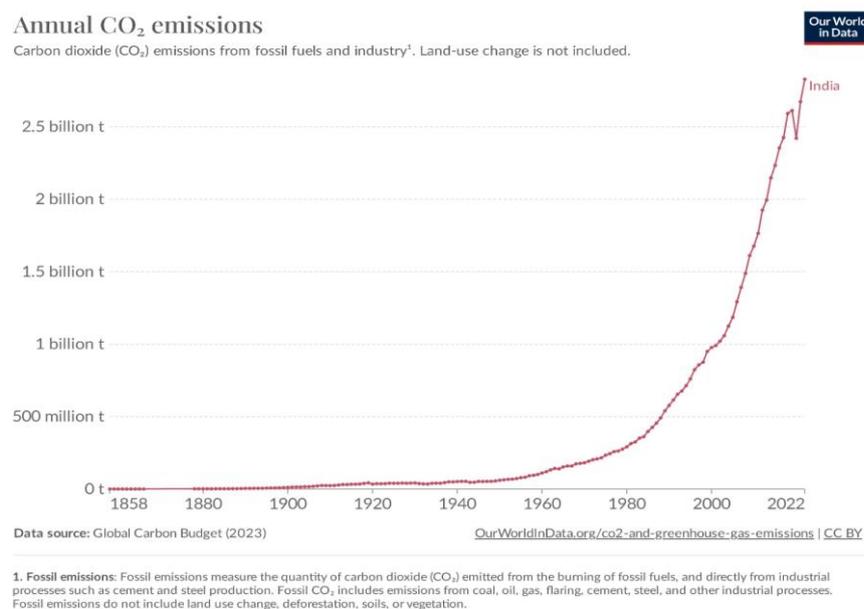
3. Bahan dan Metode

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu agar mengetahui pengaruh dari ekspor batubara serta konsumsi batubara terhadap kenaikan emisi karbondioksida, sehingga membuat India beralih ke energi baru terbarukan. Oleh karena itu, penelitian ini tergolong dalam penelitian asosiatif. Yang dimana, penelitian Asosiatif merupakan suatu penelitian yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh atau hubungan antara dua variabel atau lebih, sehingga dapat menemukan variabel mana yang memiliki hubungan dengan masalah sedang diteliti. Seperti penjelasan pada pendahuluan pendekatan atau metode yang digunakan yaitu berfokus pada ekspor dan penggunaan batubara di India terhadap kenaikan emisi karbondioksida beralih ke energi baru terbarukan. Berdasarkan dari metode penelitian tersebut, berikut langkah-langkah yang akan dilakukan yaitu :

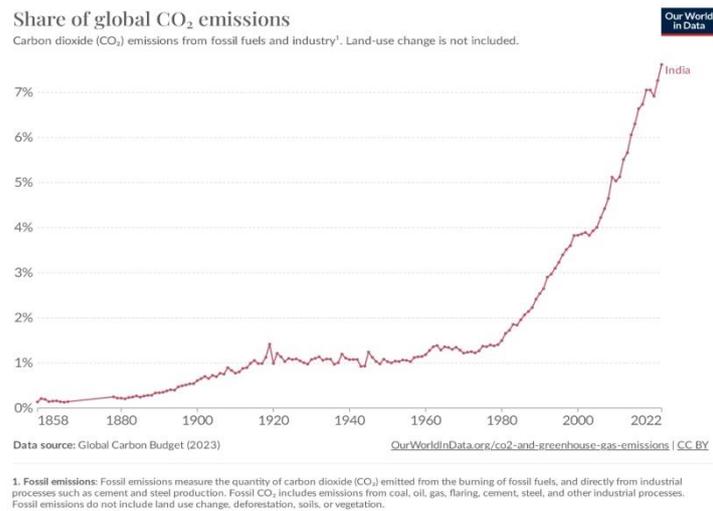
1. Mengumpulkan data yang akan digunakan dalam penelitian ini. Data yang digunakan yaitu data jumlah emisi karbon dioksida di India (*our world in data*), data penggunaan energi baru terbarukan di India berdasarkan, dan data penggunaan panel surya sebagai energi baru terbarukan di India berdasarkan Administrasi Perdagangan Internasional (ITA).
2. Mengolah data Data yang telah dikumpulkan dalam penelitian ini yaitu dengan Visualisasi Data dan Uji Hipotesis.

4. Pembahasan

4.1 Hasil



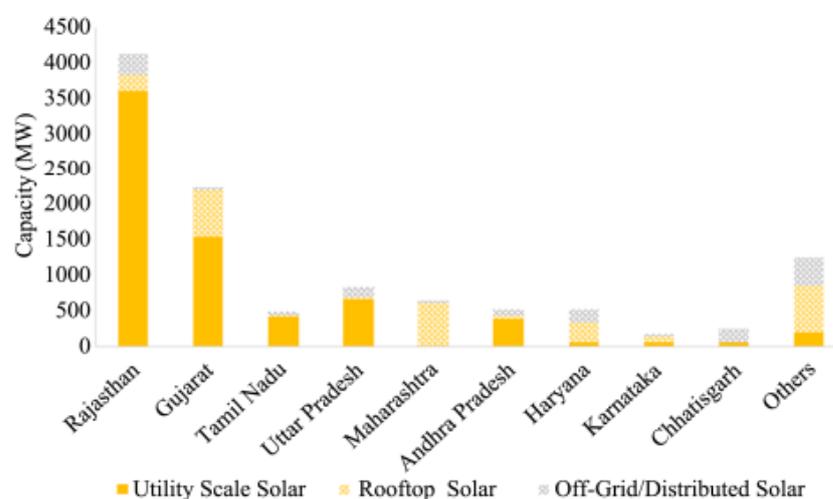
Gambar 1. Grafik Emisi CO₂ Tahunan Negara India



Gambar 2. Grafik Porsi Emisi CO2 Global Negara India

Tabel 1. Bauran Energi Terbarukan Berdasarkan Sumber (GW)

Sumber	Pada April 2020	Pada Mei 2021	Pada Maret 2022	Target Tahun 2030
Tenaga Angin	37.746	39.442	40.35	240 GW
Tenaga Surya	34.812	41.087	53,99	100 GW
Tenaga Biomassa	9.880	10.170	10.20	10 GW
Hidro Kecil	4.683	4.786	4.84	5 GW
Energi Dari Limbah	0.147	0.168	0.477	None
Total	87.268	95.656	109.88	500 GW



Gambar 3. Diagram Kapasitas Instalasi Tenaga Surya Berdasarkan Negara Bagian.

4.2 Analisis

Berdasarkan our world in data pada Gambar 1 emisi CO₂ tahunan negara India terjadi peningkatan secara signifikan dari tahun 1858 sampai 2022. Pada tahun 2022 dihasilkan jumlah emisi CO₂ tahunan sebesar 2,830 miliar ton yang setara menyumbangkan emisi global yaitu 7,62%. Data ini menjadikan India menjadi nomor 3 negara terbesar 2022 penyumbang karbon dioksida. Dengan data tersebut, Perdana Menteri Narendra Modi menyampaikan bahwa India berjanji untuk mengurangi emisinya hingga mencapai nol bersih pada tahun 2070 pada pertemuan puncak di Glasgow. Strategi untuk masalah emisi India dengan beralih menggunakan energi baru terbarukan. Pada tabel 1. menunjukkan Bauran Energi Terbarukan Berdasarkan Sumber (GW) seperti tenaga angin, tenaga surya, tenaga biomassa, hidro kecil, dan energi dari limbah. Dari beberapa sumber energi tersebut, energi surya merupakan sumber energi yang memberikan kontribusi besar dari April 2020 sebesar 34.812 GW, Mei 2021 sebesar 41.087 GW, Maret sebesar 2022 dan target di tahun 2030 sebesar 100 GW. Hal tersebut karena pemerintah dan administrasi negara bagian India membuat suatu proyek Misi Surya Nasional (NSM) yang bertujuan untuk memajukan energi surya dan menjadikan India sebagai pembangkit tenaga listrik tenaga surya. Dalam menjalankannya tiga tahap penerapan yang harus dilakukan yaitu NSM Fase-1, NSM Fase-2, dan NSM Fase-3.

Tahap NSM Fase-1 adalah tahap perdana (Fase-1) dimulai dari tahun 2010 sampai 2013 yang memiliki tujuan untuk memasang kapasitas energi surya sebesar 1000 MW. Untuk mewujudkannya pada tahap pertama ini dimulai dari mengumpulkan produsen, pemodal, kontraktor Engineering, Procurement and Commissioning (EPC), dan Operational and Maintenance (O&M) yang bertujuan mengembangkan terobosan di sektor energi surya. Tahap pertama telah terlaksana 26 inisiatif PV berkapasitas 140 MW dan inisiatif Concentrating Solar Power (CSP) sebesar 3.200 MW, 26 inisiatif PV dengan total daya sebesar 330 MW, telah dibangun fasilitas PV 5 MW sebagai bagian dari skema pengemasan oleh Mumbai dan Delhi Industrial Corridor Development Corporation Ltd., diluncurkan inisiatif PV sebesar 523 MW dan inisiatif CSP sebesar 202,5 MW karena rencana pengemasan tersebut. Tahap NSM Fase-2 adalah tahap lanjutan yang (Fase-2) dimulai pada tahun 2013 sampai 2017. Pada tahap kedua, PV mendapat perhatian lebih dibandingkan CSP (70%) karena CSP tidak didukung oleh pengembang di seluruh Fase -1. Pada tahap kedua, Administrasi Negara juga mengambil alih 60 persen kapasitas terpasang dan MNRE telah merilis tiga rancangan rencana. Inisiatif ini berupaya untuk mendapatkan 750 MW tenaga surya on-grid dengan Viability Gap Funding (VGF). Terakhir, NSM Fase-3 mewakili skema 5 tahun ketigabelas yang dimulai dari tahun 2017 sampai 2022.

Berdasarkan gambar 3. Diagram Kapasitas Instalasi Tenaga Surya Berdasarkan Negara Bagian, Rajasthan memasang kapasitas tenaga surya skala utilitas paling besar secara keseluruhan sekitar 3615 MW. Pada industri tenaga surya atap Gujarat menduduki nomor satu dengan kapasitas terpasang tenaga surya sebesar 660 MW. Selain Gujarat, peningkatan kapasitas terpasang panel atap terbesar meliputi Maharashtra (597 MW), Haryana (266 MW), dan Rajasthan (225 MW).

5. Kesimpulan

1. India merupakan negara produsen batubara terbesar di dunia.
2. India berkomitmen menuju status emisi nol bersih paling lambat sampai tahun 2050. India akan memanfaatkan iklim tropisnya dengan cara mengolah energi surya menjadi listrik dengan menggunakan pembangkit listrik tenaga surya.
3. Berdasarkan data Diagram Kapasitas Instalasi Tenaga Surya energi surya di India berkembang secara pesat dengan menghasilkan listrik di negara bagian yaitu Rajasthan

sekitar 3615 MW dan industri tenaga surya atap Gujarat menduduki nomor satu dengan kapasitas terpasang tenaga surya sebesar 660 MW.

Daftar Pustaka

- [1]. F. Wendy Roberts MD, "Air pollution and skin disorders," *International Journal of Women's Dermatology*, vol. VII, p. 91, 2021.
- [2]. M. A. M. Charles Rajesh Kumar. J, "Renewable Energy For Sustainable Development in India: Current Status, Future Prospects, Challenges, Employment, and Investment Opportunities," *Energy, Sustainability and Society*, pp. 1-2, 2020.
- [3] D. Yuniarto, "Analisis [Pertumbuhan dan Kepadatan Penduduk Terhadap Pertumbuhan Ekonomi]," *Forum Ekonomi*, p. 689, 2021.
- [4] A. P. W. F. A. R. Arif Setiawan, "Analisis Pengaruh Ekspor dan Konsumsi Batubara Terhadap Pertumbuhan Ekonomi di Indonesia," *Teknologi Mineral dan Batubara*, vol. XVI, p. 113, 2020.
- [5]. S. M. H. K. S. Manoj K. Khanna, "Indian Solar Panel Initiatives in Reducing Carbon Dioxide Emissions," *Energy and Power Engineering*, p. 194, 2023.
- [6] CompaniesIndianet, "Top 10 Solar Companies in India," *companiesinindia.net*, 2018. [Online]. Available: <http://companiesinindia.net/top-10-solar-companies-in-india.html>.
- [7] G. Widayana, "Pemanfaatan Energi Surya," Vol. 9, No. 1, 2012.
- [8] R. Yunginger, "Analisis Energi Angin Sebagai Energi Alternatif Pembangkit Listrik Di Kota Di Gorontalo," 2017.
- [9] B. Research, "Top 7 Largest Hydroelectric Power Plants In India," *blackridgeresearch.com*, 19 08 2022. [Online]. Available: <https://blackridgeresearch.com/blog/top-seven-hydroelectric-power-plants-in-india>.
- [10] D. K. Kewat, "Energi Biomassa India- Bioenergi," *linkedin.com*, 18 04 2023. [Online]. Available: <https://www.linkedin.com/pulse/indias-biomass-energy-bioenergy-dharmesh-kumar-kewat>.
- [11] India Energy Outlook 2021, Paris: Directorate of Sustainability, Technology and Outlooks International Energy Agency, 2021.
- [12] R.P. Lal, "Role of renewable resources in Indian energy sector," *Glob. J.*, vol. 7, 2018.
- [13] N. Saxena, "Solar energy as renewable energy systems: perspective and challenges in Indian context," *Int. J. Eng. Technol. Sci.*, vol. 1, 2018.
- [14] M. Aklin, C.Y. Cheng, J. Urpelainen, "Social acceptance of new energy technology in developing countries: a framing experiment in rural India," *Energy Policy*, vol. 113, pp. 466 - 477, 2018.
- [15] A. Gulagi, D. Bogdanov, C. Breyer, "The role of storage technologies in energy transition pathways towards achieving a fully sustainable energy system for India, *Journal of Energy Storage*," vol. 17, pp. 525 - 539, 2018.

- [16] Electricity Act, Ministry of Power, Government of India, " Ministry of Power, Government of India," powermin.nic.in, 2003. [Online]. Available: https://powermin.nic.in/sites/default/files/uploads/The%20Electricity%20Act_2003.pdf.