

Tinjauan Potensi dan Kebijakan Energi Surya di Indonesia

¹⁾Faisal Afif dan ²⁾Awaludin Martin

¹⁾*Program Pasca Sarjana Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Pekanbaru. Indonesia

²⁾Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Pekanbaru. Indonesia

*email: faisal.afif1795@grad.unri.ac.id

Diterima: 13.02.2022, Disetujui: 29.04.2022, Diterbitkan: 01.05.2022

ABSTRAK

Kebutuhan energi listrik di Indonesia selalu meningkat dari tahun ke tahun. Perusahaan Listrik Negara Indonesia (PLN), menyebutkan kebutuhan listrik nasional pada 2018 sebesar 232.296 TWh dan akan meningkat 5,1% setiap tahunnya. Namun demikian, sumber energi masih didominasi oleh batubara dan bahan bakar fosil sebesar 59,6%. Potensi energi terbarukan dari energi surya saat ini belum banyak dimanfaatkan, padahal potensi energi terbarukan sangat besar khususnya di Indonesia. Tulisan ini bertujuan untuk memberikan informasi tentang potensi energi surya yang dapat dimanfaatkan khususnya sebagai pembangkit listrik serta kebijakan dan kendala pembangkit listrik tenaga surya di Indonesia. Indonesia memiliki distribusi radiasi matahari yang cukup stabil sepanjang tahun. Pemerintah menargetkan kapasitas terpasang energi surya untuk pembangkit listrik mencapai 0,87 GW pada tahun 2025. Realisasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) pada tahun 2020 mencapai 0,15 GWp dari potensi energi surya di Indonesia sebesar 207,8 GWp. Peneliti, akademisi, dan pemerintah juga terus mengembangkan dan melakukan inovasi teknologi energi surya di Indonesia dan diharapkan dapat memaksimalkan penggunaan Energi Terbarukan. Beberapa kendala yang dialami adalah tingginya biaya investasi yang harus dikeluarkan sehingga menyebabkan harga listrik yang dihasilkan dari energi terbarukan menjadi tidak ekonomis.

Kata kunci: Energi surya, kebijakan energi, pembangkit listrik tenaga surya, Indonesia

ABSTRACT

The need for electrical energy in Indonesia is always increasing from year to year. The State Electricity Company in Indonesia (PLN), said that the national electricity demand in 2018 was 232,296 TWh and will increase 5.1% every year. However, energy sources are still dominated by coal and fossil fuels at 59.6%. The potential for renewable energy from solar energy is currently not widely used, even though the potential for renewable energy is very large, especially in Indonesia. This paper purpose to provide information about the potential of solar energy that can be utilized especially as a power plant and the policies and constraints of solar power plants in Indonesia. Indonesia has a fairly stable distribution of solar radiation throughout the year. The government has targeted the installed capacity of solar energy for power plant to reach 0.87 GW by 2025. Realization of Solar Power Plants (PLTS) in 2020 reached 0.15 GWp from the potential of solar energy in Indonesia of 207.8 GWp. Researchers, academics, and the government also continue to develop and innovate of solar energy technology in Indonesia and are expected to maximize the use of Renewable Energy. Some of the obstacles experienced are the high investment costs that must be incurred, causing the price of electricity produced from renewable energy to become uneconomical.

Keywords: Solar energy, energy policy, solar power plant, Indonesia.

I. PENDAHULUAN

Pada zaman yang penuh dengan modernisasi seperti saat ini, energi merupakan kebutuhan pokok bagi setiap individu, rumah tangga maupun industri. Dunia industri yang semakin berkembang menyebabkan kebutuhan energi semakin meningkat dari tahun ke tahun. Hanya saja, saat ini energi yang digunakan sebanyak 80% masih menggunakan energi konvensional yang tidak dapat diperbaharui dan tidak ramah lingkungan

(Hasan et al., 2012). Kebutuhan energi global akan terus meningkat 1,5% setiap tahunnya hingga 2030. Kebutuhan energi ini umumnya digunakan sebagai energi listrik (Mekhilef et al., 2011).

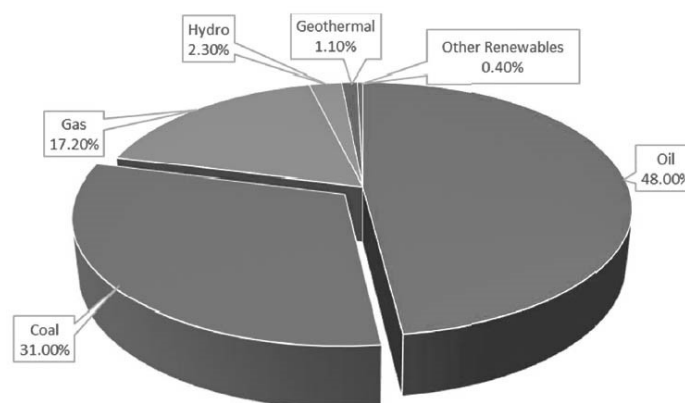
Kebutuhan energi listrik di Indonesia selalu meningkat setiap tahunnya. Menurut Perusahaan Listrik Negara di Indonesia (PLN), kebutuhan listrik nasional mencapai 232.296 TWh pada tahun 2018 dan tumbuh 5,1% per

tahun. Tuntutan tersebut tidak hanya pada wilayah ibukota di pulau-pulau besar, bahkan sampai wilayah di pulau-pulau kecil. Namun total produksi listrik pada tahun 2018 baru mencapai 220.817 TWh yang masih didominasi oleh bahan bakar fosil yaitu batu bara, minyak dan gas bumi sebesar 59,6% (Aprilianti et al., 2020).

Kebutuhan energi primer selama ini masih didominasi oleh energi fosil. Sumber energi fosil sejak tahun 2002 diprediksi hanya dapat bertahan setidaknya selama 40 tahun untuk minyak bumi, 60 tahun untuk gas alam, dan

200 tahun untuk batu bara (Klass, 1998). Berbagai upaya telah dilakukan untuk mengalihkan penggunaan energi fosil mengingat energi tersebut merupakan penghasil emisi terbesar di dunia saat ini. Salah satu upaya adalah dengan mengalihkan sumber energi primer dari energi fosil menjadi energi terbarukan dan berkelanjutan (Wahab, et al., 2021).

Energi terbarukan seperti energi panas bumi, surya, air, angin, sampah, laut, dan biomassa memiliki potensi yang cukup besar di Indonesia.



GAMBAR 1. Sebaran sumber energi primer di Indonesia tahun 2014 [11].

Sayangnya, potensi tersebut belum banyak dimanfaatkan sebagai sumber energi utama khususnya sebagai pembangkit listrik. (Hardianto, 2019).

Dari beberapa sumber energi terbarukan yang ada, penggunaan energi surya memiliki potensi yang sangat baik untuk diterapkan di wilayah Indonesia mengingat wilayah Indonesia yang cukup luas dan berada di daerah khatulistiwa sehingga memiliki tingkat intensitas matahari yang cukup stabil.

Tujuan penulis dalam melakukan tinjauan ini adalah untuk memberikan informasi mengenai potensi energi surya yang dapat dimanfaatkan khususnya sebagai pembangkit listrik dan seberapa banyak realisasi pembangkit listrik tenaga surya yang sudah terpasang serta kebijakan dan kendala pembangkit listrik tenaga surya di Indonesia.

II. METODE PENELITIAN

Metode yang dilakukan oleh penulis dalam membuat tulisan ini dimulai dengan mencari literatur yang berhubungan dengan energi

terbarukan khususnya energi surya. Literatur yang digunakan adalah dalam 10 tahun terakhir (2010-2020). Ruang lingkup literatur yang digunakan adalah mengenai pembangkit listrik tenaga surya dan kebijakan energi terbarukan di Indonesia.

Setelah mempelajari literatur, penulis menyimpulkan poin-poin penting mengenai perkembangan energi surya sebagai pembangkit listrik di Indonesia. Selanjutnya dilakukan penjabaran hasil rangkuman dari berbagai literatur yang telah dipelajari. Kemudian, disampaikan juga beberapa penelitian oleh para peneliti dan akademisi di Indonesia selama 5 tahun terakhir. Terakhir penulis menyimpulkan bagaimana potensi energi surya sebagai pembangkit listrik di Indonesia beserta tantangan yang akan dihadapi dan kendala-kendala yang ada selama pengembangan potensi tersebut.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

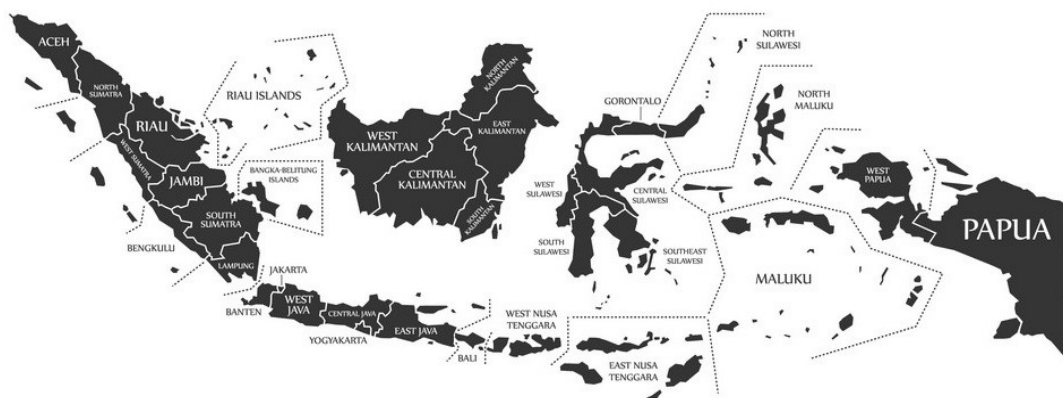
1. Kondisi wilayah Indonesia

Indonesia merupakan negara kepulauan yang terletak di kawasan Asia Tenggara dimana

berada disekitar garis khatulistiwa. Menurut Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional Indonesia, jumlah pulau di nusantara adalah 13.466, dimana 922 di antaranya berpenghuni secara permanen. Negara ini memiliki luas total 1.904 569 km², dari 6° LU hingga 11° LS dan dari 95° BT hingga 141° BT (Dang, 2018). Peta wilayah Indonesia disajikan pada Gambar 2.

Indonesia beriklim tropis yang memiliki dua musim yaitu musim hujan dan kemarau dimana musim hujan terjadi pada bulan Desember hingga Maret sedangkan musim kemarau terjadi

pada bulan Juni hingga September (Handayani et al., 2015). Temperatur rata-rata Indonesia di daerah dataran pantai adalah 28 °C dan di daerah pegunungan yang lebih tinggi adalah 23 °C. Jumlah curah hujan rata-rata adalah 238.35 mm/bulan (Dang, 2018). Temperatur dan lamanya waktu siang hari relatif konstan sepanjang tahun akibat kestabilan dari radiasi matahari sehingga energi matahari dapat menjadi sumber energi yang dapat diandalkan sebagai solusi bagi permasalahan energi di Indonesia.



GAMBAR 2. Peta wilayah Indonesia.

Indonesia memiliki banyak pulau kecil yang butuh akan energi listrik. Pulau-pulau tersebut juga belum memiliki jaringan listrik dari pulau besar. Penyaluran listrik ke pulau terpencil tersebut membutuhkan transportasi yang memadai sehingga biaya yang dibutuhkan akan tinggi. Energi surya dengan sistem *Photo Voltaic (PV)* merupakan teknologi yang dapat menjadi salah satu solusi energi listrik pada daerah tersebut sehingga rasio elektrifikasi di Indonesia akan semakin membaik (Hasan et al., 2012)(Mekhilef et al., 2011).

2. Kebijakan energi terbarukan di Indonesia

Indonesia merupakan negara dimana sektor energi di sangat dikuasai oleh pemerintah. Di sektor energi listrik, Perusahaan Listrik Negara (PT. PLN) memonopoli pasar energi listrik selama bertahun-tahun. Sejak 1985, pemerintah Indonesia mengizinkan partisipasi sektor swasta dalam pembangkit listrik. Menurut Rencana Penyediaan Tenaga Listrik 2016-2025, Penghasil Tenaga Listrik Independen akan mendapatkan 45,6 GW dari total 80,5 GW

kapasitas pemasangan baru (Dang, 2018). Saat ini PLN masih bertanggung jawab atas transmisi dan distribusi listrik di seluruh Indonesia. Harga listrik ditetapkan oleh pemerintah.

Energi Baru Terbarukan (EBT) telah dikembangkan mengacu pada Peraturan Presiden Nomor 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional. Peraturan tersebut menyebutkan bahwa energi primer nasional pada tahun 2005 setidaknya memiliki kontribusi EBT sebanyak 17% dimana 5% berasal dari biofuel, 5% dari panas bumi, 5% berasal dari gabungan energi surya, angin, air, biomassa, nuklir, dan sebanyak 2% dari batu bara cair (*liquid coal*). Hal yang dilakukan Pemerintah untuk mencapai terget tersebut adalah meningkatkan kapasitas terpasang Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) sebesar 2.846, Pembangkit Listrik Biomassa sebesar 180 MW, Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTB) sebesar 0,97 GW, Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) 0,87 dan Pembangkit

Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) sebesar 4,2 GW. Untuk pengembangan EBT tersebut diperkirakan akan memakan biaya hingga 13,197 juta USD (Hardianto, 2019).

Pemerintah Indonesia telah berkomitmen untuk meningkatkan rasio elektrifikasi dengan memaksimalkan pembangkit listrik melalui energi terbarukan khususnya energi matahari. Pemerintah Indonesia menargetkan bahwa kapasitas terpasang energi surya pada tahun 2025 mencapai 0,87 GW (PLN (Persero), 2019). Untuk mencapai target tersebut, pemerintah telah memutuskan untuk memberlakukan *feed-in tariff* energi surya sebagai insentif agar minat penggunaan energi surya di Indonesia meningkat (Fathoni et al., 2014). Kebijakan ini diharapkan dapat meningkatkan pemasangan sistem fotovoltaik (PV) yang terhubung dengan jaringan.

Pemerintah Indonesia telah berkomitmen dalam upaya mengatasi perubahan iklim dengan mengeluarkan Peraturan Presiden Nomor 61 Tahun 2011 tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (GRK). Pada tahun 2020, Indonesia diharapkan dapat menurunkan emisi GRK sedikitnya 26%, melalui upaya sendiri, atau setidaknya 41%, dengan bantuan internasional. Hal ini diikuti dengan perubahan kebijakan energi nasional yang diatur dalam Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2014 untuk mendukung diversifikasi sumber energi sehingga ketergantungan Indonesia terhadap bahan bakar fosil dapat diturunkan dengan mengembangkan teknologi EBT yang berdaya saing secara ekonomi. Pada tahun 2025, pangsa EBT diharapkan dapat mencapai setidaknya 23% dari total jumlah energi. Hal ini diharapkan dapat memberikan kontribusi sekitar 50% dari total penurunan emisi GRK pada tahun 2035 (Pemerintahan Republik Indonesia, 2010). Pemerintah Indonesia juga telah berupaya meningkatkan efisiensi di sektor energi dengan mengurangi jumlah subsidi energinya dan mengalokasikan

kembali dana untuk investasi baru dalam infrastruktur energi (Sugiawan & Managi, 2016).

3. Potensi energi surya di Indonesia

Energi surya adalah salah satu sumber energi terbarukan yang cukup menjanjikan dan memiliki potensi terbesar daripada sumber daya lainnya untuk memecahkan masalah energi dunia serta ramah lingkungan (Ab Kadir & Rafeeu, 2010). Ketersediaan energi matahari di permukaan tanah merupakan salah satu faktor pertimbangan penerapan sistem energi matahari di suatu wilayah.

Indonesia merupakan negara beriklim tropis dan terletak di garis khatulistiwa, sehingga negara ini memiliki potensi energi matahari yang melimpah. Wilayah Indonesia sebagian besarnya mendapatkan radiasi matahari yang cukup stabil dan intens dengan nilai radiasi harian rata-rata sekitar 4 kWh/m² (Ab Kadir & Rafeeu, 2010). Berdasarkan data yang dikumpulkan dari 18 lokasi di Tanah Air, sebaran radiasi matahari memiliki sedikit perbedaan pada wilayah barat dan timur. Diperkirakan sebaran radiasi matahari untuk Wilayah Barat sebesar 4,5 kWh/m²/hari dan untuk Wilayah Timur sebesar 5,1 kWh/m²/hari dengan variasi berkisar 9-10% (Kurniawan, 2016).

Fathoni et al. (2014), telah menghitung nilai rata-rata radiasi energi surya dari berbagai daerah di Indonesia. Data tahunan rata-rata dari 1985-2005 digunakan perhitungan tersebut. Data pada Tabel 1 diambil dari data NASA *Surface Meteorology and Solar Energy (SSE)*. Dari data yang diberikan dapat dilihat bahwa kota Makassar memiliki potensi radiasi matahari tertinggi yaitu 5,88 kWh/m²/hari. Sedangkan kota Medan memiliki yang terendah sebesar 4,55 kWh /m²/ hari. Oleh karena itu, Indonesia secara teoritis memiliki potensi yang baik untuk pengembangan sistem tenaga surya karena radiasi harian rata-rata di atas 4 kWh /m²/ hari pertahun.

TABEL 1. Radiasi harian rata-rata pada beberapa lokasi di Indonesia

Provinsi	Lokasi Pengukuran	Radiasi (kWh/m ² /hari)
Nangro Aceh Darussalam	Banda Aceh	5,1
Sumatera Utara	Medan	4,55
Sumatera Barat	Padang	4,91

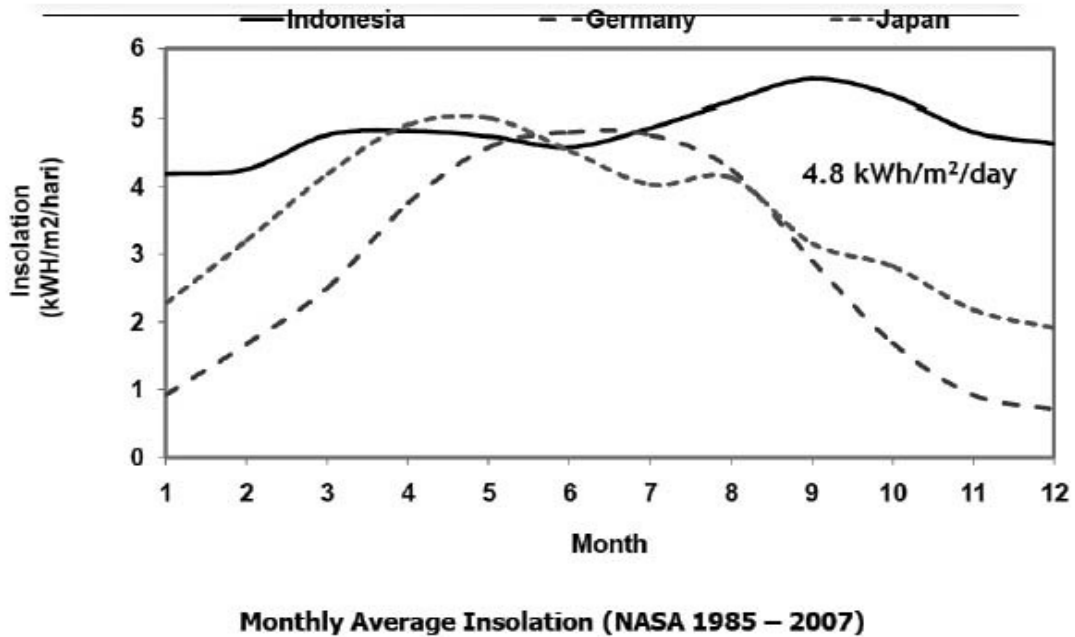
Riau	Dumai	4,71
Sumatera Selatan	Palembang	4,67
Bengkulu	Bengkulu	4,79
Kalimantan Barat	Pontianak	5,12
Kalimantan Selatan	Banjarmasin	5,07
Kalimantan Tengah	Palngkaraya	4,87
Kalimantan Timur	Bontang	4,78
Gorontalo	Gorontalo	5,14
Sulawesi Selatan	Makasar	5,88
Bali	Denpasar	5,34

Rumbayan et al. (2012), telah memprediksi radiasi matahari di Indonesia setiap tahunnya dengan menggunakan metode *Artificial Neural Network (ANN)* dimana data yang dihasilkan untuk 30 kota di Indonesia selama rentang dari bulan Januari sampai dengan Desember. Dapat dilihat dari hasil bahwa Indonesia memiliki potensi energi surya yang besar dan stabil sepanjang tahun dengan intensitas radiasi tidak kurang dari 4 kWh/m².

Indonesia memiliki distribusi radiasi matahari yang cukup stabil setiap bulannya dibandingkan beberapa negara seperti Jerman dan Jepang (Hardianto, 2019). Perbandingan distribusi radiasi matahari tersebut dapat dilihat pada Gambar 3. Salah satu faktor utamanya adalah Indonesia memiliki iklim tropis dan berada di garis khatulistiwa. Hal ini menunjukkan bahwa energi surya memiliki potensi yang menjanjikan di Indonesia.

TABEL 2. Prediksi radiasi matahari di Indonesia setiap tahunnya dengan menggunakan metode *Artificial Neural Network (ANN)* (Rumbayan et al., 2012)

Kota	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
Aceh	4.76	4.91	4.94	4.88	4.84	4.68	4.58	4.62	4.56	4.32	4.19	4.74
Medan	4.65	4.77	4.83	4.6	4.42	4.34	4.22	4.38	4.38	4.23	4.09	4.37
Padang	4.89	4.82	4.82	4.93	4.94	4.87	4.94	4.78	4.69	4.57	4.54	4.34
Riau	5.41	5.85	6.06	5.54	4.87	5.02	5.21	5.15	4.75	4.39	3.99	4.63
Jambi	4.85	4.86	4.88	4.69	4.69	4.61	4.71	4.88	4.85	4.59	4.18	4.64
Palembang	4.57	4.57	4.78	4.66	4.73	4.49	4.79	4.8	4.6	4.46	4.39	4.47
Bengkulu	4.54	4.69	4.69	4.71	4.7	4.73	4.83	5.24	5.13	4.8	4.47	4.52
Lampung	4.64	4.77	4.94	4.85	4.92	4.87	5.06	5.12	5	4.67	4.48	4.43
Belitung	4.74	4.79	4.69	4.42	4.37	4.75	5.18	5.14	4.84	4.54	4.46	4.44
Jakarta	4.57	4.65	4.85	4.95	4.96	5	5.07	5.21	5.42	5.4	4.84	4.74
Bandung	4.57	4.75	4.87	4.95	5.02	4.97	5.17	5.35	5.11	4.77	4.7	4.96
Semarang	4.85	5.04	5.14	5.15	5.21	5.59	6.1	6.64	6.21	5.05	4.9	5.15
Yogyakarta	4.37	4.72	4.8	4.65	4.52	4.56	4.93	5.4	5.61	5.13	4.98	4.52
Surabaya	4.64	4.84	4.9	4.81	4.64	4.71	5.24	5.81	5.83	5.03	4.85	4.79
Banten	4.74	4.96	4.94	4.77	4.88	4.98	5.43	5.77	5.52	4.88	4.8	4.95
Bali	5.21	5.5	5.64	5.14	5	5.29	5.84	6.11	6.1	5.55	5.29	4.9
Lombok	4.99	5.29	5.46	5.04	5.05	5.33	5.82	6.16	6.19	5.66	5.4	4.67
Kupang	5.56	5.96	6.37	5.78	5.96	5.88	6.7	7.16	7.54	7.41	6.68	4.6
Pontianak	5.17	5.17	5.11	5.08	5.03	4.98	5.31	5.3	5.2	4.99	4.85	5.27
Palangkaraya	4.97	4.92	4.86	4.81	4.8	4.77	5.01	4.96	4.95	4.7	4.64	5.01
Banjarmasin	5.04	5.05	5.03	4.92	4.84	4.88	5.29	5.51	5.27	4.66	4.75	4.77
Samarinda	4.66	4.88	4.99	4.98	4.89	4.76	4.76	4.87	4.92	5.04	4.8	4.42
Manado	5.61	5.77	6.04	6.24	6	5.65	5.87	6.53	6.61	6.19	5.69	5.59
Palu	5.24	5.34	5.43	5.28	5.46	5.2	5.7	5.84	5.6	5.22	4.98	5.67
Makasar	5.3	5.47	5.74	5.99	5.96	5.92	6.41	6.74	6.65	5.51	4.92	5.36
Kendari	4.64	4.8	4.66	4.63	4.44	4.27	4.69	6.05	6.3	5.46	4.8	5.61
Gorontalo	5.26	5.38	5.43	5.31	5.1	5.15	5.48	5.6	5.42	5.13	5	4.7
Ambona	5.52	5.57	5.49	5.37	5.17	5.16	5.3	6	6.02	6.25	6.2	6.04
Ternate	5.73	6	6.08	5.73	5.36	5.4	6.04	6.32	6.23	6	5.75	5.14
Jayapura	4.95	5	4.97	4.9	4.8	4.76	4.89	4.99	5	4.93	4.87	4.57



GAMBAR 3. Perbandingan distribusi radiasi matahari dengan berbagai negara (Hardianto, 2019).

4. Kapasitas terpasang Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Indonesia

Kapasitas terpasang Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Indonesia pada tahun 2020 diperkirakan sekitar 152,44 MW dimana terdiri dari PLTS atap sebanyak 10,9% dan selebihnya adalah PLTS *on the ground*. PLTS yang telah dikembangkan selama ini hanya untuk wilayah daratan. Realisasi PLTS pada tahun 2020 mencapai 0,15 GWp dari total potensi energi surya di Indonesia yaitu sebesar 207,8 GWp (Priyadi, 2020).

Dari beberapa PLTS yang telah terpasang di Indonesia, kapasitas PLTS terbesar yang ada di Indonesia adalah PLTS Likupang dengan kapasitas 21 MWp. Adapun masih terdapat puluhan PLTS yang aktif dengan kapasitas mulai dari 60 kWp sd 900 kWp. Hal ini menunjukkan bahwa PLTS di Indonesia terus menerus mengalami perkembangan setiap tahunnya.

Berikut adalah beberapa PLTS yang telah terpasang dan telah beroperasi dengan baik dengan kapasitas diatas 1 MWp yaitu:

TABEL 3. PLTS terpasang di Indonesia dengan kapasitas diatas 1 MWp

Nama PLTS	Lokasi	Kapasitas	Mulai Beroperasi
PLTS Oelpuah	Kupang, Nusa Tenggara Timur	5 MWp	27 Desember 2015
PLTS Cirata	Purwakarta, Jawa Barat	1 MWp	15 Oktober 2015
PLTS Likupang	Minahasa Utara, Sulawesi Utara	21 MWp	5 September 2019
PLTS Sengkol	Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat	7 MWp	2 Juli 2019
PLTS Selong	Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat	7 MWp	2 Juli 2019
PLTS Pringabaya	Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat	7 MWp	2 Juli 2019
PLTS Sambelia	Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat	5 MWp	30 Desember 2019

PLTS Kayubihi	Bangli, Bali	1 MWp	26 Februari 2013
PLTS Kubu	Karangasem, Bali	1 MWp	25 Februari 2013
PLTS Atap Danone-AQUA Klaten	Klaten, Jawa Tengah	2,9 MWp	6 Oktober 2020
PLTS Atap Coca-cola Amatil	Bekasi, Jawa Barat	7,13 MWp	30 September 2020



(a) PLTS Oelpuah



(b) PLTS Likupang



(c) PLTS Sambelia



(d) PLTS Atap Danone-AQUA Klaten

GAMBAR 4. Beberapa PLTS terpasang di Indonesia

5. Perkembangan studi dan teknologi energi surya di Indonesia

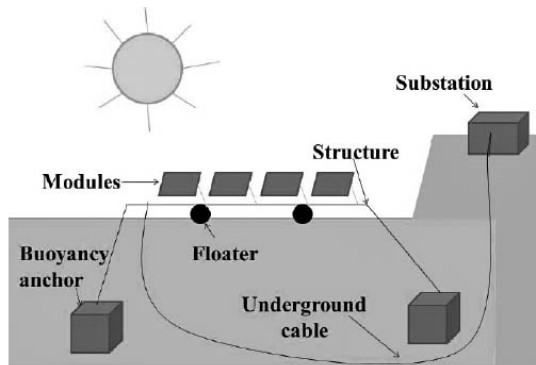
Dalam perkembangan energi surya di Indonesia, sudah banyak dilakukan studi dan penelitian untuk pemanfaatan energi matahari khususnya di bilang pembangkit daya (*solar power plant*) dengan berbagai metode. Aprilianti et al. (2020), menyelidiki potensi pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) pada pulau-pulau terpencil di wilayah Indonesia timur. Setiawan (2017), melakukan optimasi pada PLTS dengan sudut kemiringan yang tepat dan jenis *photovoltaic* (PV) dengan model *system advisor*.

Syahputra (2020), melakukan penelitian untuk membuat pembangkit daya system hybrid dari *solar photovoltaic* dan mikrohidro untuk wilayah pedesaan di Jawa Tengah. Hermanu et al. (2019), mendesain Pembangkit Listrik Tenaga Surya Fotovoltaik Terapung (FSPV) berkapasitas 1 MWp. Rante et al. (2019) mendesain Pembangkit Listrik Tenaga Mikro-surya untuk penerangan rumah. Setyawati (2020), menganalisis persepsi terhadap kebijakan penggunaan *rooftop photovoltaic solar system* (RPVSS) di Indonesia.

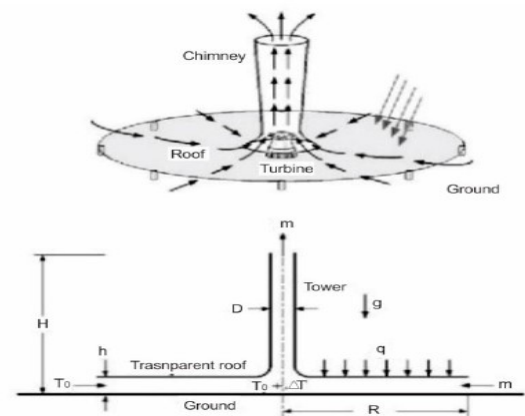
Ridwan et al. (2018), mendesain dan menguji secara eksperimental pembangkit tenaga surya jenis *Solar Chimney* di daerah Riau. Pikra et al.

(2013), melakukan pengembangan pembangkit listrik tenaga surya terkonsentrasi skala kecil menggunakan siklus Rankine organik untuk wilayah terpencil di Indonesia. Burke et al.

(2019), melakukan penelitian mengenai hambatan dan kendala yang terjadi dalam penggunaan energi angin dan surya di dua negara besar di Asia yaitu India dan Indonesia.



(a) Desain Pembangkit Listrik Tenaga Surya Fotovoltaik Terapung (FSPV) (Hermanu et al., 2019)



(b) Desain PLTS Solar Chimney (Ridwan et al., 2018)

GAMBAR 5. Beberapa perkembangan desain dan teknologi energi surya di Indonesia

Selain beberapa studi yang telah disebutkan diatas, para peneliti, akademisi, dan pemerintah juga terus melakukan pengembangan dan inovasi dalam pemanfaatan energi surya di Indonesia. Hal ini terus dilakukan untuk mencapai target akan peningkatan penggunaan Energi Baru Terbarukan (EBT) yang telah dijabarkan pada kebijakan Pemerintah Indonesia sebelumnya yaitu agar kapasitas terpasang energi surya pada tahun 2025 mencapai 0,87 GW.

IV. KESIMPULAN

Kebutuhan energi listrik di Indonesia terbilang cukup tinggi dimana pada tahun 2018 konsumsi listrik mencapai 232.296 TWh. Selama ini, sumber energi tersebut masih didominasi oleh sumber energi tak terbarukan yaitu bahan bakar fosil dan batu bara sebesar 59,6% dan kurang dari 0,5 % berasal dari Energi Baru Terbarukan (EBT).

Indonesia merupakan daerah beriklim tropis yang senantiasa disinari oleh matahari sehingga memiliki tingkat radiasi yang cukup stabil. Pemanfaatan energi surya menjadi energi listrik masih selama ini masih sangat sedikit dimana pada tahun 2020 baru mencapai 152,44 MWp dari potensi yang ada sebesar 207,8 GWp. Hal ini diakibatkan oleh beberapa

kendala yang menghambat perkembangan pemanfaatan energi surya maupun energi terbarukan lainnya di Indonesia

Beberapa kendala yang dialami adalah mahalnya biaya investasi yang harus dikeluarkan yang berujung pada mahalnya harga listrik yang dihasilkan sehingga tidak ekonomis jika dibandingkan dengan bahan bakar fosil. Selain itu, kondisi perekonomian global yang terpukul akibat pandemi di tahun 2020 juga menghambat perkembangan dalam sektor energi terbarukan khususnya energi surya.

Kendala diatas telah diusahakan untuk diatasi dengan memberikan rencana intensif terhadap tarif harga listrik dari energi baru dan terbarukan khususnya energi surya oleh Pemerintah. Hal ini diharapkan dapat mendongkrak target Pemerintah Indonesia agar meningkatkan penggunaan energi surya pada tahun 2025 mencapai 0,87 GW.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih banyak kepada semua orang yang terlibat dalam proses penulisan tulisan ini khususnya yang telah membantu dan membimbing hingga penulis dapat menyelesaikan tulisan ini dengan baik.

Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada orang tua penulis yang telah mendukung pendidikan penulis selama ini. Semoga semuanya diberi keselamatan oleh Tuhan Yang Maha Esa.

DAFTAR PUSTAKA

- Ab Kadir, M. Z. A., & Rafeeu, Y. (2010). A review on factors for maximizing solar fraction under wet climate environment in Malaysia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(8), 2243–2248.
- Aprilianti, K. P., Baghta, N. A., Aryani, D. R., Jufri, F. H., & Utomo, A. R. (2020). Potential assessment of solar power plant: A case study of a small island in Eastern Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 599(1).
- Burke, P. J., Widnyana, J., Anjum, Z., Aisbett, E., Resosudarmo, B., & Baldwin, K. G. H. (2019). Overcoming barriers to solar and wind energy adoption in two Asian giants: India and Indonesia. *Energy Policy*, 132, 1216–1228.
- Chico Hermanu, B. A., Santoso, B., Suyitno, & Wicaksono, F. X. R. (2019). Design of 1 MWp floating solar photovoltaic (FSPV) power plant in Indonesia. *AIP*
- Dang, M. (2018). *Potential of Solar Energy in Indonesia*. April.
- Fathoni, A. M., Utama, N. A., & Kristianto, M. A. (2014). A Technical and Economic Potential of Solar Energy Application with Feed-in Tariff Policy in Indonesia. *Procedia Environmental Sciences*, 20, 89–96.
- Handayani, N. A., Diponegoro, U., Ariyanti, D., & Diponegoro, U. (2015). *Potency of Solar Energy Applications in Indonesia*. April.
- Hardianto. (2019). Utilization of Solar Power Plant in Indonesia: A Review. *International Journal of Environment, Engineering and Education*, 1(3), 1–8.
- Hasan, M. H., Mahlia, T. M. I., & Nur, H. (2012). A review on energy scenario and sustainable energy in Indonesia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(4), 2316–2328.
- Klass, D. L. (1998). *Biomass for Renewable Energy, Fuels, and Chemicals*. Elsevier Science.
- Kurniawan, I. A. (2016). *Tenaga Surya (Plts) Sebagai Pemanfaatan Solar Potential Analysis As Steam Power Plant (Paiton) Area*. 1–99.
- Martin, A., Wahab, H., & Barbarosa, M. (2021). Coalbed Methane As a New Source of Energy in Indonesia and Some Developed Countries; A Review. *Journal of Ocean, Mechanical and Aerospace - Science and Engineering- (JOMase)*, 65(2), 40–60.
- Mekhilef, S., Saidur, R., & Safari, A. (2011). A review on solar energy use in industries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(4), 1777–1790.
- Pemerintahan Republik Indonesia. (2010). Naskah Akademis Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca. *Peraturan Presiden*, 1–162.
- Pikra, G., Salim, A., Prawara, B., Purwanto, A. J., Admono, T., & Eddy, Z. (2013). Development of small scale concentrated solar power plant using organic Rankine cycle for isolated region in Indonesia. *Energy Procedia*, 32, 122–128.
- PLN (Persero). (2019). *Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik PT PLN (Persero) 2019-2028*. 2019–2028.
- Pribadi, A. (2020). *Menengok Ladang Panel Surya Terbesar di Indonesia*. Ebtke.Esdm.Go.Id.
- Rante, J. C., Patras, A., & Rompis, L. (2019). Design of a Solar Micro Power Plant for Home Lighting. *Proceedings of 2018 International Conference on Electrical Engineering and Computer Science, ICECOS 2018*, 17, 453–456.
- Ridwan, A., Hafizh, H., & Fauzi, M. R. (2018). Design and experimental test for solar chimney power plant: Case study in Riau Province, Indonesia. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 403(1).
- Rumbayan, M., Abudureyimu, A., & Nagasaka, K. (2012). Mapping of solar energy potential in Indonesia using

artificial neural network and geographical information system. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(3), 1437–1449.

Setiawan, A. (2017). *Optimization of a Photovoltaic Power Plant in Indonesia with Proper Tilt Angle and Photovoltaic Type using a System Advisor Model*. April.

Setyawati, D. (2020). Analysis of perceptions towards the rooftop photovoltaic solar system policy in Indonesia. *Energy Policy*, 144, 111569.

Sugiawan, Y., & Managi, S. (2016). The environmental Kuznets curve in Indonesia: Exploring the potential of renewable energy. *Energy Policy*, 98, 187–198.

Syahputra, R. (2020). *Planning of Hybrid Micro-Hydro and Solar Photovoltaic Systems for Rural Areas of Central Java , Indonesia*. 2020.