

Overview Pemanfaatan dan Perkembangan Sumber Daya Energi Surya Sebagai Energi Terbarukan di Indonesia

Ferdyson¹, Jaka Windarta².

Magister Energi, Sekolah Pascasarjana, Universitas Diponegoro

Email : Ferdyson@Students.undip.ac.id (F.D), jakawindarta@lecture.undip.ac.id (J.W)

Abstrak : Tingginya potensi sumber daya energi surya di Indonesia membuat pemerintah Indonesia berupaya untuk terus meningkatkan pemanfaatan sumber energi surya untuk pembangkit listrik. Upaya untuk mengurangi energi primer yang berasal dari fosil selain dari berkurangnya cadangan batubara, juga disebabkan karena pengaruh emisi gas buang batubara. penggunaan energi primer yang berasal dari fosil dalam setiap perubahan bentuk energinya menyebabkan peningkatan emisi gas karbondioksida sehingga bisa berakibat rusaknya lingkungan dan perubahan iklim. Dalam makalah ini penulis memfokuskan untuk melihat kebijakan pemerintah dalam mengatur sumber daya energi nasional, gambaran tentang pemanfaatan dan perkembangan sumber energi surya di Indonesia dengan menunjukkan data-data yang didapatkan dari jurnal-jurnal lokal maupun internasional. Diharapkan dari makalah ini dapat membantu memberikan informasi terkait pemanfaatan dan perkembangan sumber energi primer dari matahari.

Kata Kunci : Surya, Batubara, Perubahan iklim

Abstract : *The high potential of solar energy resources in Indonesia makes the Indonesian government strive to continue to increase the use of solar energy sources for electricity generation. Efforts to reduce primary energy from fossils apart from reducing coal reserves are also caused by the effect of coal exhaust emissions. The use of primary energy derived from fossils in any changes in the form of its energy causes an increase in carbon dioxide gas emissions so that it can cause environmental damage and climate change. In this paper the author focuses on looking at government policies in regulating national energy resources, an overview of the utilization and development of solar energy sources in Indonesia by showing data obtained from local and international journals. It is hoped that this paper can help provide information regarding the utilization and development of primary energy sources from the sun.*

Keyword : Solar Energy, Coal, Climate Change

1. Pendahuluan

Energi surya adalah energi primer yang sangat luar biasa karena tidak bersifat polutif dan tidak dapat habis. Energi surya merupakan salah satu energi yang sedang dikembangkan saat ini oleh pemerintah Indonesia karena sebagai negara tropis, Indonesia mempunyai potensi energi surya yang

cukup besar (Widayana, 2012). Pemenuhan sumber energi primer dari matahari untuk pembangkit menjadi hal penting seiring dengan pertumbuhan dan penambahan penduduk, hal ini sejalan dengan berkurangnya energi primer dari batubara yang diprediksi akan habis. Indonesia harus segera keluar dari ketergantungan terhadap batubara, mengingat batubara adalah sumber energi sangat tidak terbarukan dan bersifat depletion. Ketergantungan kepada batubara sebagai bahan bakar untuk pembangkit listrik tanpa pengembangan salah satu teknologi sumber energi primer dari matahari akan berdampak pada melemahnya ketahanan energi dan beresiko terhadap kedaulatan negara. Dalam rangka mencapai target penambahan pembangkit sebesar 40,6 GW selama 10 tahun kedepan dan mempertimbangkan keterbatasan kemampuan investasi PLN, pemerintah memutuskan bahwa RUPTL ini membuka peran IPP lebih besar termasuk dalam pengembangan pembangkit berbasis EBT. Dalam RUPTL ini tidak ada lagi rencana PLTU baru kecuali yang sudah comitted dan konstruksi, hal ini juga membuka ruang yang cukup besar untuk pengembangan EBT menggantikan rencana PLTU dalam RUPTL (Kementerian ESDM).

2. Kebijakan Pemerintah Indonesia Dalam Mengatur Pemanfaatan Sumber Daya Energi Nasional

Di dalam peraturan presiden No. 5 Tahun 2006 ditargetkan bahwa di tahun 2025 akan tercapai elastisitas energi kurang dari 1 dan energi campuran primer yang optimal dengan memberikan peranan yang lebih besar terhadap sumber energi alternatif untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil khususnya minyak bumi (Dewan Energi Nasional, 2009). Di dalam PP 79 tahun 2014 tentang kebijakan energi nasional bahwa Indonesia harus memaksimalkan penggunaan energi bersih terbarukan, meminimalkan penggunaan minyak bumi, mengoptimalkan pemanfaatan gas bumi dan energi baru, mengandalkan batubara sebagai andalan pasokan energi nasional dan memanfaatkan nuklir sebagai pilihan terakhir. Dasar-dasar hukum yang manaungi dalam peningkatan infrastruktur PLTS : Permen ESDM No.53 tahun 2018, Permen ESDM No.50 tahun 2017 tentang pemanfaatan sumber energi terbarukan untuk penyediaan tenaga listrik. Permen ESDM No.38 tahun 2016 tentang percepatan elektrifikasi di perdesaan yang belum berkembang, terpencil, perbatasan, dan pulau kecil berpenduduk melalui pelaksanaan usaha penyediaan tenaga listrik untuk skala kecil.

Adapun dasar-dasar hukum khusus yang mengatur pembangunan infrastruktur untuk masyarakat perdesaan, pulau terluar, dan Kawasan perbatasan non-komersil : Perpres No. 47 tahun 2017 tentang Lampu Tenaga Surya Hemat Energi (LTSHE), Permen ESDM No. 33 tahun 2017 tentang tata cara penyediaan LTSHE bagi masyarakat yang belum mendapatkan akses listrik, Permen ESDM No.36 tahun 2018 tentang petunjuk operasional pelaksanaan DAK fisik penugasan bidang energi skala kecil, Permen ESDM No. 39 tahun 2017 tentang pelaksanaan kegiatan fisik pemanfaatan energi baru terbarukan serta konservasi energi.

3. Potensi Sumber Daya Energi Primer dari Matahari

Energi surya di Indonesia memiliki potensi lebih dari 200 GW dengan efisiensi teknologi *photovoltaic* yang tersedia saat ini. Namun, pemanfaatan energi surya dalam pembangkitan listrik masih kurang dari 100 MW. Potensi energi surya tersebut tersebar di seluruh wilayah Indonesia, dengan potensi tersebar di wilayah Kalimantan Barat (20 GW), Sumatera Selatan (17 GW) dan Kalimantan Timur (13 GW) (Tampubolon & Adiatama, 2019).

Tabel 1.

Potensi Energi Surya Per Provinsi (Dewan Energi Nasional, 2020)

No	Provinsi	Potensi	No	Provinsi	Potensi
1	Kalimantan Barat	20.113	18	Sumatera Barat	5.898
2	Sumatera Selatan	17.233	19	Kalimantan Utara	4.643
3	Kalimantan Timur	13.479	20	Sulawesi Tenggara	3.917
4	Sumatera Utara	11.851	21	Bengkulu	3.475
5	Jawa Timur	10.335	22	Maluku Utara	3.036
6	Nusa Tenggara Barat	9.931	23	Bangka Belitung	2.810
7	Jawa Barat	9.099	24	Banten	2.461
8	Jambi	8.847	25	Lampung	2.238
9	Jawa Tengah	8.753	26	Sulawesi Utara	2.113
10	Kalimantan Tengah	8.459	27	Papua	2.035
11	Aceh	7.881	28	Maluku	2.020
12	Kepulauan Riau	7.763	29	Sulawesi Barat	1.677
13	Sulawesi Selatan	7.588	30	Bali	1.254
14	Nusa Tenggara Timur	7.272	31	Gorontalo	1.218
15	Papua Barat	6.307	32	DI Yogyakarta	996
16	Sulawesi Tengah	6.187	33	Riau	753
17	Kalimantan Selatan	6.031	34	DKI Jakarta	225
				Total	207.898

Hampir semua wilayah Indonesia mempunyai potensi untuk pengembangan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dengan daya rata-rata mencapai 4 kWh/m^2 . Berdasarkan wilayah daerah barat Indonesia mempunyai potensi sekitar $4,5 \text{ kWh/m}^2/\text{hari}$ dengan variasi bulanan mencapai 10%. Sedangkan kawasan timur Indonesia memiliki potensi sekitar $5,1 \text{ kWh/m}^2/\text{hari}$ dengan variasi bulanan sekitar 9%. Adapun potensi tenaga surya secara nasional mencapai $4,8 \text{ kWh/m}^2/\text{hari}$ atau setara dengan 207.898 MW. Saat ini pemanfaatan energi surya di Indonesia baru mencapai sekitar 0,05% atau 100 MW. Untuk mencapai target RUEN, diperlukan peningkatan pemanfaatan energi surya sekitar 900 MW. Pemerintah menyusun roadmap pemanfaatan energi surya yang menargetkan kapasitas PLTS terpasang hingga tahun 2025 sebesar 6,5 GW. Jumlah ini menunjukkan potensi pasar yang cukup besar dalam pengembangan energi surya di masa mendatang (Dewan Energi Nasional, 2020).

4. Pemanfaatan Sumber Energi Primer dari Matahari di Berbagai Sektor di Indonesia

Di dalam Referensi (Amien Raherdjo, herlina, 2008) karena Indonesia berada di garis khatulistiwa dan mendapatkan sinar matahari rata-rata 8 jam/hari ini sebagai potensi besar bagi Indonesia. Bila besar daya energi surya yang dapat dibangkitkan sekitar 100 watt per m^2 , pada efisiensi sekitar 10%. Maka, besar daya dalam 1 Kw diperlukan luas tanah 10 m^2 , dan 1000 Kw diperlukan tanah seluar 10.000 m^2 . Dapat disimpulkan, pada sistem ini yang semakin besar, hal tersebut akan menimbulkan keterbatasan-keterbatasan berupa penyediaan lahan yang terlampaui luas.

Dari hal tersebut yang menyebabkan energi primer dari matahari jarang dimanfaatkan untuk sistem yang sangat besar pada kondisi saat ini. Hal tersebut yang menjadi penyebab energi surya lebih banyak dimanfaatkan pada sistem-sistem yang skalanya lebih kecil dan didaerah terpencil yang

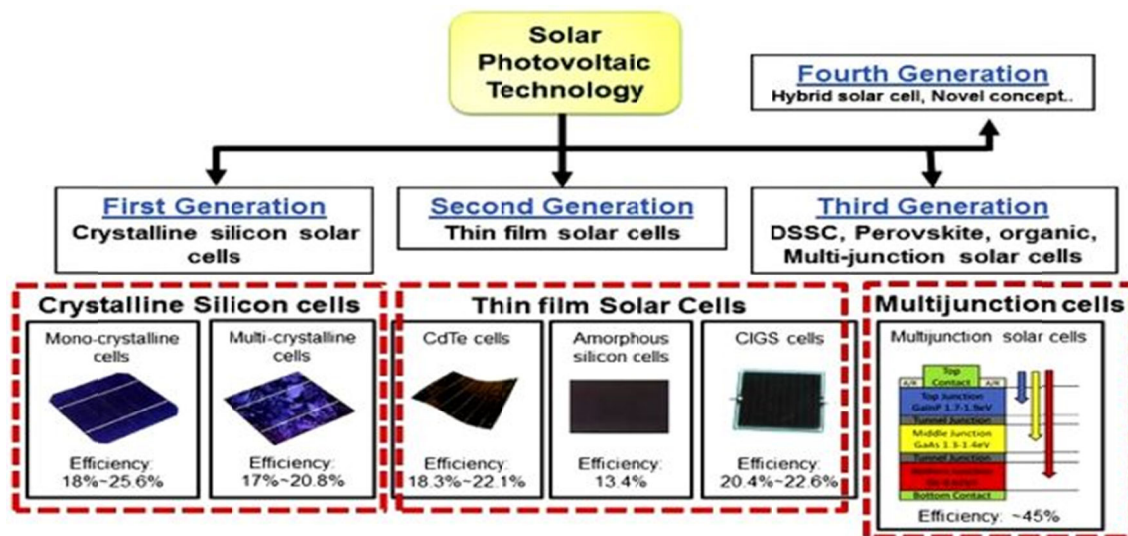
belum terjangkau aliran listrik. Ini yang menimbulkan adanya Permen ESDM No. 38 tahun 2016. Di seluruh Indonesia, hingga tahun 2007 sudah sekitar 12 MW yang telah terpasang. Hampir dari seluruh pembangkit energi surya tersebut di pasang di daerah pedesaan atau daerah terpencil.

Sel surya di perkotaan dapat di pasang diantaranya pada perumahan, bangunan komersial dan Gedung pemerintah. Pemanfaatan pada bangunan komersial atau Gedung pemerintah akan tepat karena dapat menjadi ajang pengenalan bagi masyarakat yang lebih luas di Indonesia.

5. Teknologi Photovoltaik Sel Surya Yang Dapat Digunakan Dalam Pemanfaatan Untuk Pembangkit Skala Kecil Hingga Besar

Menurut ilmuwan dari universitas delhi india (Kant & Singh, 2021) bahwa teknologi fotovoltaiik terbagi menjadi 4 generasi diantaranya. Generasi pertama, dimana konsep nya didasarkan pada silicon monokristalin, polikristalin dan gallium arsenida. Teknologi ini terdiri dari beberapa material seperti kristal film yang tebal, Silikon, dan bahan semikonduktor (Sampaio & González, 2017). Monokritalin, Istilah “sel silicon monokristalin” dan “sel silicon” keduanya adalah kristal silikon tunggal, keuntungannya dari sel tersebut dapat 20% lebih efisien dibandingkan tipe lain. Sel ini membutuhkan lebih sedikit ruang karena efisiensinya yang tinggi. Saat intensitas sinar matahari rendah, kinerjanya lebih baik, menjadikannya ideal untuk lokasi berawan. Namun jenis ini memiliki keterbatasan, jika dibandingkan dengan jenis lainnya. Jenis ini cukup mahal dengan demikian harganya yang tidak ekonomis (Kant & Singh, 2021). Polikristalin, pertama kali digunakan di sektor public pada tahun 1981, sel polikritalin ini unik karena dapat di bentuk sesuai keinginan konsumen. Silicon dapat di lebur dan dituangkan ke dalam cetakan. Keuntungan dari sel ini harganya yang murah dan hemat biaya karena proses pembuatannya yang lebih mudah. Meskipun hanya memiliki rata-rata efisiensi 12%. Namun terdapat kekurangan pada sel ini, hanya hanya 13-16% efisiensi karena kemurnian silicon rendah (Soteris Kalogirou, 2009).

Generasi kedua, Ini terdiri dari silikon amorf (a-Si) dan silikon mikrokristalin (Mc-Si) film tipis dan termasuk sel surya film tipis yang terbuat dari cadmium telluride (CdTe) dan cadmium sulfide (CdS) dan sel surya lapisan tipis yang dibuat dari copper indium gallium selenide (CIGS). Kelebihan dari sel surya generari kedua ini diantaranya, komponen yang fleksibel sehingga dapat diterapkan di secara luas, penerapannya tidak terbatas pada satu jenis bangunan saja. Relative mudah di produksi, sehingga harganya murah. Adapun kekurangannya, sel surya film tipis terkadang kurang efisien. Generasi ketiga, tekonologi yang kurang di kenal, namun penting di ketahui sel surya ini terbuat dari bahan organik. Generasi keempat, ini yang lebih dikenal sebagai sel anorganik karena menggabungkan fleksibilitas polimer lapisan tipis dengan stabilitas struktur nano organik seperti nano partikel logam dan oksida logam atau karbon nanotube, graphene dan turunannya. Dengan menggunakan film tipis polimer dan nanopartikel logam, serta berbagai oksida logam, karbon nanotube, graphene, dan turunannya, 4GEN memberikan keterjangkauan dan fleksibilitas yang sangat baik selain volatilitas yang rendah (Kant & Singh, 2021).



Gambar 1. Generasi keempat dari fotovoltaik (Amin et al., 2017)

5.1 Graphene

Grafena terdiri dari atom karbon yang disusun dalam struktur kisi sarang lebah, bahan dua dimensi. Sifat elektronik, mekanik, dan kimia dari bahan kimia ini terkonfigurasi sangat baik. memiliki konduktivitas termal yang tinggi 3.000 hingga 5.000 W/m/K dan tembaga 400 W/ m/K (Gosh Alexander A et al., 2008; Weiss et al., 2012). Sebagai tambahan bahwa Graphene adalah salah satu bahan terkuat di bumi, dengan modulus elastisitas sekitar 1 TPa, kekuatan Tarik 130 GPa dan kekuatan putus 40 N/m (Jiang et al., 2009; Weiss et al., 2012). Karena fleksibilitas dan transparansinya yang baik, G dan turunannya telah digunakan sebagai TCE untuk menggantikan elektroda ITO konvensional di PSC (Angmo & Krebs, 2013). Struktur 2D dan luas permukaan spesifik yang besar dari G memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan pada lapisan aktif karena permukaannya akan tercakup dalam jaringan donor-akseptor yang saling menembus pada skala nano (Yu et al., 2019).

Kesimpulan

Dengan potensi sumber energi primer dari matahari sebesar 207.898 MW pemerintah menerbitkan Permen ESDM No.53 tahun 2018, Permen ESDM No.50 tahun 2017 untuk memaksimalkan pemanfaatan energi terbarukan untuk penyediaan tenaga listrik. Hampir semua wilayah Indonesia mempunyai potensi untuk pengembangan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dengan daya rata-rata mencapai 4 kWh/m². Saat ini pemanfaatan energi di Indonesia baru mencapai 0.05% sangat kecil dibandingkan potensinya. Posisi Indonesia yang berada pada garis khatulistiwa sebagai peluang besar bagi Indonesia.

Daftar Pustaka

- Amien Raherdjo, herlina, H. S. (2008). *Optimalisasi pemanfaatan sel surya pada bangunan komersial secara terintegrasi sebagai bangunan hemat energi*. ISBN : 978(Energy), 10.
- Amin, N., Ahmad Shahahmadi, S., Chelvanathan, P., Rahman, K. S., Istiaque Hossain, M., & Akhtaruzzaman, M. D. (2017). Solar Photovoltaic Technologies: From Inception Toward the Most Reliable Energy Resource. *Encyclopedia of Sustainable Technologies*, 11–26. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.10092-2>

- Angmo, D., & Krebs, F. C. (2013). Flexible ITO-free polymer solar cells. *Journal of Applied Polymer Science*, 129(1), 1–14. <https://doi.org/10.1002/app.38854>
- Dewan Energi Nasional. (2009). *Blueprint Pengelolaan Energi Nasional 2010-2025*.
- Dewan Energi Nasional. (2020). *Bauran Energi Nasional 2020*. 124.
- Gosh Alexander A, Bao Suchismita, Calizo Wenzhong, Teweldebrhan Irene, Miao Desalegne, Lau Feng, & Nig Chun. (2008). Superior thermal conductivity of single-layer graphene. *Nano Letters*, 8(3), 902–907.
- Jiang, J. W., Wang, J. S., & Li, B. (2009). Young's modulus of graphene: A molecular dynamics study. *Physical Review B - Condensed Matter and Materials Physics*, 80(11). <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.80.113405>
- Kant, N., & Singh, P. (2021). Review of next generation photovoltaic solar cell technology and comparative materialistic development. *Materials Today: Proceedings*. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.11.116>
- 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>
- Soteris Kalogirou. (2009). Solar energy engineering : processes and systems. *Solar Energy Engineering*, 756.
- Tampubolon, A. P., & Adiatama, J. C. (2019). *Laporan Status Energi Bersih Indonesia*. 1–28.
- Weiss, N. O., Zhou, H., Liao, L., Liu, Y., Jiang, S., Huang, Y., & Duan, X. (2012). Graphene: An emerging electronic material. *Advanced Materials*, 24(43), 5782–5825. <https://doi.org/10.1002/adma.201201482>
- Widayana, G. (2012). Pemanfaatan Energi Surya. *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*, 9(1). <https://doi.org/10.23887/jptk-undiksha.v9i1.2876>
- Yu, F., Shi, Y., Yao, W., Han, S., & Ma, J. (2019). A new breakthrough for graphene/carbon nanotubes as counter electrodes of dye-sensitized solar cells with up to a 10.69% power conversion efficiency. *Journal of Power Sources*, 412, 366–373. <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2018.11.066>

Filename: 15714-53182-1-SM.docx
Directory: C:\Users\FSM 02\Downloads
Template: C:\Users\FSM
02\AppData\Roaming\Microsoft\Templates\Normal.dotm
Title:
Subject:
Author: PC-ME
Keywords:
Comments:
Creation Date: 12/4/2021 10:34:00 AM
Change Number: 45
Last Saved On: 9/5/2023 9:47:00 PM
Last Saved By: FSM 02
Total Editing Time: 2,103 Minutes
Last Printed On: 9/5/2023 9:58:00 PM
As of Last Complete Printing
Number of Pages: 6
Number of Words: 7,884 (approx.)
Number of Characters: 44,942 (approx.)