

# Systematic Literature Review : Kajian Potensi dan Pemanfaatan Sumber Daya Energi Baru dan Terbarukan Di Indonesia

Anisa Ayu Solikah , Bramastia

Program Studi S2 Pendidikan Sains, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret, Jl. Ir Sutami No. 36, Kentingan, Surakarta

Email : anisaayusolikah2023@gmail.com (A.A.S), bramastia@staff.uns.ac.id (B);

**Abstrak** : Peningkatan jumlah penduduk di Indonesia menjadi salah satu factor kebutuhan sumber daya energi juga semakin meningkat. Energi listrik merupakan jenis energi yang paling banyak dibutuhkan dimana kebutuhan listrik di Indonesia mencapai 1.173 kWh/kapita pada tahun 2022. Sumber daya energi yang sifatnya terbatas seperti batu bara tidak bisa memenuhi kebutuhan listrik masyarakat Indonesia yang terus meningkat sehingga dibutuhkan sumber daya energi baru terbarukan yang persediaanya lebih banyak di alam. Pemerintah menargetkan penggunaan energi baru terbarukan ini melalui Perpres No.5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional tahun 2006-2025 yang menjelaskan bahwa dalam pasokan energi harus dipenuhi 17% energi terbarukan. Bentuk energi baru dan terbarukan (EBT) yang tersedia di Indonesia diantaranya panas bumi, air, biomassa, dan energi surya. Untuk mendukung kebijakan pemerintah tersebut, perlu adanya penyebaran informasi terkait energi baru dan terbarukan kepada masyarakat umum maupun akademisi seperti mahasiswa maupun siswa. Oleh karena itu, dibutuhkan kajian terkait pemanfaatan sumber daya energi baru dan terbarukan di Indonesia yang dapat memberikan wawasan kepada seluruh lapisan masyarakat. Studi literatur melalui systematic literature review ini mengkaji tentang kebutuhan sumber daya energi di Indonesia, potensi, serta kelebihan dan kekurangannya saat di terapkan di Indonesia.

**Kata Kunci** : Sumber daya alam, Energi Baru Terbarukan, *systematic literature review*

**Abstract** : The increase in population in Indonesia is one factor in the increasing need for energy resources. Electrical energy is the type of energy that is most needed, with electricity demand in Indonesia reaching 1,173 kWh/capita in 2022. Limited energy resources such as coal cannot meet the electricity needs of the Indonesian people which continue to increase, so new renewable energy resources are needed. there is more supply in nature. The government is targeting the use of new, renewable energy through Presidential Decree No. 5 of 2006 concerning National Energy Policy for  
Jurnal Energi Baru & Terbarukan, 2024, Vol. 5, No. 1, pp 27 – 43

Received : 5 Januari 2024

Accepted : 16 Februari 2024

Published : 18 Maret 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).

2006-2025 which explains that 17% of renewable energy must be supplied in the energy supply. Forms of new and renewable energy (EBT) available in Indonesia include geothermal, water, biomass and solar energy. To support this government policy, it is necessary to disseminate information related to new and renewable energy to the general public and academics such as students and students. Therefore, studies are needed regarding the use of new and renewable energy resources in Indonesia which can provide insight to all levels of society. This literature study through a systematic literature review examines the need for energy resources in Indonesia, its potential, as well as its advantages and disadvantages when applied in Indonesia.

**Keywords :** Natural resources, New Renewable Energy, systematic literature review

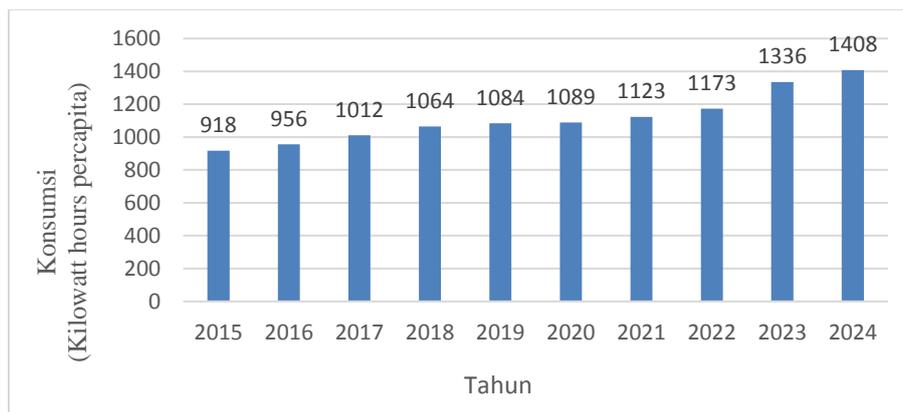
---

## 1. Pendahuluan

Sumber daya alam adalah semua komponen alam yang meliputi unsur hayati dan fisik yang digunakan dalam pemenuhan kebutuhan hidup manusia sehingga bisa menyejahterakan kehidupan manusia (Amalia et al., 2021). Menurut Undang-undang No. 4 Tahun 1982 Pasal (5), sumber daya alam merupakan unsur lingkungan hidup yang terdiri dari sumber daya manusia, sumber daya hayati, sumber daya non-hayati serta sumber daya buatan. Sumber daya alam energi merupakan sumber daya alam yang dimanfaatkan energinya, misal batu bara, minyak bumi, gas bumi, air terjun, sinar matahari, kincir angin, dan sebagainya. Energi ialah kemampuan untuk melakukan kerja. Pada dasarnya terdapat dua pengelompokan jenis-jenis energi, yaitu berdasarkan ketersediaannya dan berdasarkan asalnya. Sumber daya yang berdasarkan asalnya dibagi menjadi energi primer dan energi sekunder.

Energi primer ialah energi yang langsung berasal dari alam apa adanya sesuai wujud aslinya (Adellea, 2022). Contoh energi primer adalah matahari, air, nuklir, minyak, batu bara, kayu dan angin (Hadimuljono & Kurniawan, P., dan Rahardjo, 2019). Energi primer dapat dikonversi menjadi energi sekunder untuk memberikan manfaat lebih banyak dalam kehidupan manusia, misalnya energi listrik. Indonesia merupakan konsumen energi terbesar di kawasan Asia Tenggara yang menempati urutan kelima di Asia Pasifik dalam konsumsi energi primer (Afriyanti et al., 2018). Sumber daya alam sekunder merupakan konversi dari sumber daya alam primer (S.Sayuti, 2017). Tujuan dari pengubahan ini untuk memberikan nilai manfaat yang lebih besar dari hasil pemrosesan menjadi energi baru (Soeparman, 2015). Jenis energi sekunder yang paling banyak diubah dari berbagai jenis energi primer adalah energi listrik (Ensiklopedia Dunia, 2023).

Energi listrik termasuk merupakan salah satu jenis energi akhir yang pemenuhan konsumsinya memerlukan persediaan dari energi primer (Hadimuljono & Kurniawan, P., dan Rahardjo, 2019). Listrik memiliki peran penting bagi kehidupan manusia. Kebutuhan akan listrik bagi masyarakat Indonesia sangat tinggi, ditunjukkan data tahun 2022 mencapai 1.173 kWh/kapita serta diprediksi akan meningkat pada tahun 2023 seiring dengan pertumbuhan ekonomi Indonesia yang ditargetkan mencapai 5,3% (Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi, 2023). Hal ini diperkuat dari data statistika kebutuhan listrik di Indonesia pada tahun 2015- 2022 yang terus meningkat hingga 1,408 kWh/kapita pada tahun 2024. Data kebutuhan listrik di Indonesia di sajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik kebutuhan listrik di Indonesia

Sumber : (Statista, 2023)

Sementara itu, energi berdasarkan ketersediaannya dibagi menjadi energi tak terbarukan dan terbarukan. Kedua energi ini berdasarkan asalnya dapat dikategorikan sebagai energi primer karena dapat digunakan secara langsung potensinya. Energi terbarukan merupakan energi yang ketersediaannya melimpah di alam dan dapat diperbarui serta dimanfaatkan secara berkelanjutan, sedangkan energi tak terbarukan adalah sumber daya energi yang diambil dari alam yang proses pembentukannya memerlukan waktu selaa berjuta-juta tahun. Penggunaan energi di Indonesia hingga saat ini masih didominasi oleh penggunaan energi tak terbarukan yang berasal dari fosil, seperti minyak bumi dan batu bara (Azhar et al., 2018).

Batu bara merupakan batuan sedimen yang berasal dari sisa-sisa tumbuhan yang mengalami panas dan tekanan geologis selama berjuta-juta dengan kandungan utama batu bara adalah karbon (Rahma et al., 2022). Terdapat dua teori pembentukan batu bara, yaitu in-situ yang terjadi ketika tanaman mati dan membusuk di tempat terbentuknya batu bara menjadi fosil setelah mengalami proses pembatubaraan di Kawasan hutal tersebut dan teori drift yang terjadi saat tanaman menjadi batu bara bukan berada di tempat terbentuknya (Pangemanan, 2023). Jumlah sumberdaya batu bara di Indonesia disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Sumber Daya dan Cadangan Batubara Status Desember 2020

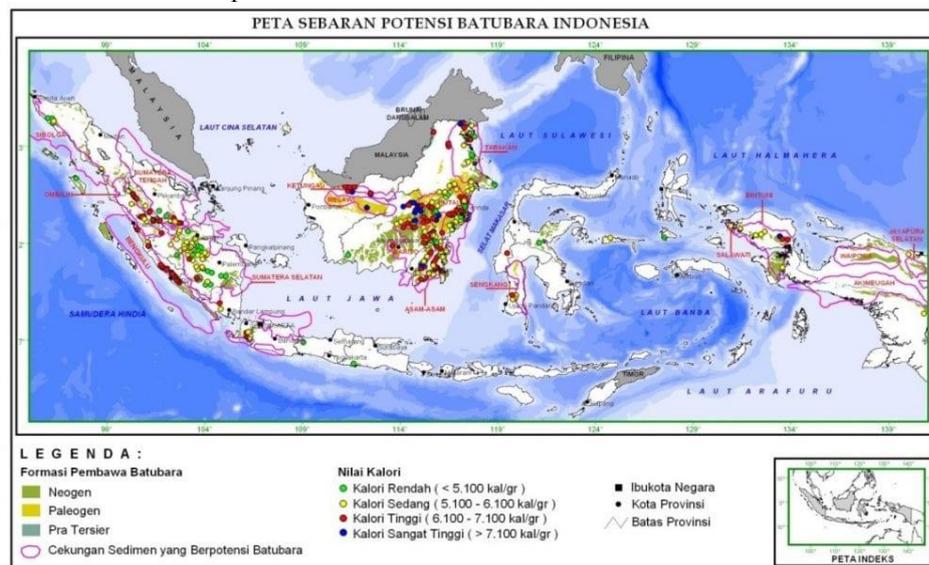
No.	Provinsi	Sumber Daya (juta ton)					Cadangan (juta ton)		
		Hipotetik	Tereka	Tertunjuk	Terukur	Total	Terkira	Terbukti	Total
1.	Banten	5,47	4,78	-	2,09	12,34	-	-	-
2.	Jawa Tengah	-	0,82	-	-	0,82	-	-	-
3.	Jawa Timur	-	0,08	-	-	0,08	-	-	-
4.	Aceh	1,16	296,38	444,40	379,31	1121,25	345,60	202,88	548,48
5.	Riau	3,86	175,34	362,00	211,00	752,20	127,50	167,30	294,80
6.	Sumatera Barat	1,19	107,20	17,66	43,48	169,54	0,67	20,97	21,64
7.	Jambi	140,31	953,68	691,83	1086,20	2872,02	329,57	548,30	913,87
8.	Bengkulu	-	26,74	20,97	14,70	62,41	16,05	9,62	25,67
9.	Sumatera Selatan	3112,83	84288,44	11035,56	11364,22	33941,06	4647,01	3900,867	8547,88
10.	Lampung	-	106,95	-	-	106,95	-	-	-
11.	Kalimat Barat	2,26	366,95	1,32	0,48	371	-	-	-

12.	Kalimantan Tengah	22,54	1688,98	973,23	1105,22	3789,97	326,97	601,14	928,11
13.	Kalimantan Selatan	-	2553,46	2240,53	5198,64	36922,57	4178,11	6773,26	10951,37
14.	Kalimantan Timur	872,99	8325,09	12646,41	15078,08	36922,57	4178,11	6773,26	10951,37
15.	Kalimantan Utara	25,79	638,10	476,47	668,93	1809,30	183,34	389,88	573,22
16.	Sulawesi Selatan	10,66	13,90	-	-	24,56	-	-	-
17.	Sulawesi Barat	11,46	0,87	0,78	-	13,11	-	-	-
18.	Sulawesi Tengah	0,52	1,98	-	-	2,50	-	-	-
19.	Sulawesi Tenggara	0,64	-	-	-	0,64	-	-	-
20.	Maluku Utara	8,22	-	-	-	8,22	-	-	-
21.	Papua Barat	93,66	1,91	-	-	95,57	-	-	-
22.	Papua	7,20	2,16	-	-	9,36	-	-	-
	Total	4320,75	28693,83	23911,16	35152,37	92078,11	11173,21	14654,13	25827,34

Sumber : (Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, 2022)

Keterangan :

- a Hipotetik = hasil survey tinjau
- b Tereka = hasil prospeksi
- c tertunjuk = hasil eksplorasi pendahuluan
- d terukur = hasil eksplorasi rinci



Gambar 4. Peta Persebaran Potensi Batu Bara di Indonesia

Sumber : (Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, 2022)

Batubara memberi dampak negatif terhadap lingkungan, dimana pertambangan dapat merusak air tanah dan permukaan, sementara pembakaran Batubara menghasilkan CO<sub>2</sub> yang merupakan gas rumah kaca utama yang menyebabkan pemanasan global, serta berdampak juga pada kondisi sosial ekonomi masyarakat disekitar kawasan pertambangan (Apriyanto & Harini, 2012). Saat ini, energi

sekunder yang paling dibutuhkan masyarakat Indonesia adalah energi listrik. Pada pembangkit listrik berbahan batu bara, terdapat kelemahan yang akan dihasilkan, yaitu getaran mesin dan radiasi karena suara bising dari pendingin, dan polusi udara (Prakoso et al., 2016). Oleh karena itu, energi tak terbarukan perlu dikurangi penggunaannya dan diusahakan untuk diganti dengan energi baru terbarukan.

Energi alternatif baru terbarukan merupakan energi pengganti yang sifatnya dapat dimanfaatkan secara terus menerus yang tersedia di alam. Penggunaan energi alternatif baru terbarukan ini telah diatur oleh pemerintah melalui Perpres No. 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional tahun 2006-2025 yang menjelaskan bahwa dalam pasokan energi harus dipenuhi 17% energi terbarukan. Bentuk energi baru dan terbarukan (EBT) yang tersedia di Indonesia diantaranya panas bumi, air, biomassa, dan energi surya.

Ketergantungan yang berlebihan pada energi yang terbatas seperti bahan bakar fosil, sementara kebutuhan akan energi tinggi dapat menyebabkan adanya krisis energi (Logayah et al., 2023). Krisis energi ini perlu diatasi melalui penggunaan energi baru dan terbarukan agar Indonesia tidak sepenuhnya bergantung pada energi tak terbarukan. Energi baru terbarukan ini menjadi target yang ingin dicapai Indonesia yang dijelaskan pada Peraturan Pemerintah No.79 Tahun 2014, dimana pada tahun 2025, penggunaan energi baru dan terbarukan bisa mencapai 23%, sementara pada tahun 2050, diharapkan bisa mencapai 31%. Tujuannya selain untuk mencegah krisis energi lebih lanjut, energi baru terbarukan ini memiliki dampak rendah terhadap kerusakan lingkungan dan juga menjamin keberlanjutan energi masa depan (Sih Setyono et al., 2019).

Pemerintah memfokuskan pada penggunaan energi baru terbarukan didasarkan pada kelebihan-kelebihan energi baru dan terbarukan. Kelebihan energi baru dan terbarukan diantaranya adalah sumber relatif mudah didapat, dapat diperoleh gratis, minim limbah, tidak mempengaruhi suhu secara global, dan tidak terpengaruh dari kenaikan harga bahan bakar (Tulong et al., 2021). Selain itu, kelebihan penggunaan energi baru terbarukan antara lain : 1) banyak jenis dengan jumlah yang banyak, 2) Potensi energi baru terbarukan di Indonesia jauh lebih bersih dan terjangkau, 3) Ramah lingkungan karena dapat mengurangi emisi di udara akibat penggunaan energi fosil, dan 4) Mudah diperoleh di Indonesia (Guna & Mubarak, 2021).

Melihat kelebihan-kelebihan energi baru terbarukan, maka pemerintah membuat target untuk bisa memaksimalkan penggunaan energi baru terbarukan ini melalui kebijakan-kebijakan yang dibuat. Kebijakan energi baru terbarukan diatur di undang-undang maupun peraturan presiden, diantaranya adalah Undang-undang Nomor 30 tahun 2007 tentang Energi. Khusus, Peraturan Pemerintah Nomor 79 tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional (KEN), Perpres Nomor 4 Tahun 2016 tentang Percepatan Infrastruktur Ketenagalistrikan, Perpres Nomor 22 Tahun 2017 terkait penjabaran rencana pelaksanaan Kebijakan Energi Nasional (KEN). Untuk mewujudkan tujuan penerapan energi baru terbarukan, masyarakat umum hendaknya mengetahui hal-hal dasar terkait energi baru terbarukan. Oleh karena itu, diperlukan studi literatur atau kajian yang terkait sumber daya energi agar dapat memberikan informasi kepada masyarakat, mahasiswa, dan peneliti-peneliti di masa depan.

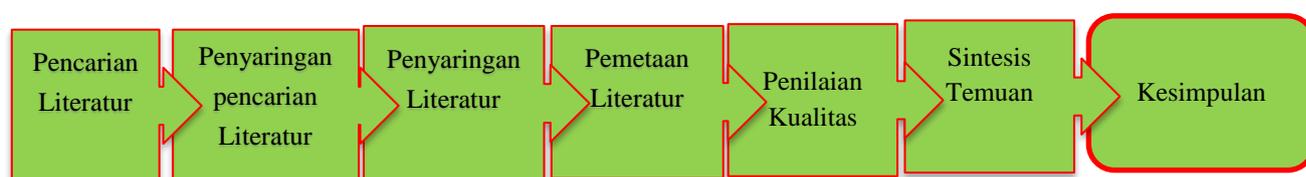
## 2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *systematic literature review (SLR)*, yaitu pendekatan kualitatif dengan menggunakan tinjauan sistematis untuk menyusun hasil-hasil studi deskriptif melalui studi literasi yang berhubungan dengan topik yang dikaji (Ahn & Kang, 2018). SLR

digunakan untuk menjawab pertanyaan yang spesifik dengan cara mengumpulkan bukti-bukti yang relevan (Shamseer et al., 2015). Sumber dari pengumpulan data ini adalah artikel jurnal maupun prosiding yang berasal dari jurnal elektronik *Google scholar*, *Science direct*, dan *Scopus* berdasarkan kriteria tertentu, yaitu:

- a. Artikel, jurnal atau prosiding berbahasa Inggris (jurnal internasional) dan berbahasa Indonesia yang terakreditasi minimal sinta 4 dan di terbitkan antara tahun 2013-2023.
- b. Kata energi muncul di di judul, abstrak, ataupun kata kunci.

Tahapan yang digunakan untuk melakukan *systematic literature review (SLR)* ini meliputi tujuh tahapan, yaitu (1) Fase mencari literatur, (2) fase seleksi pencarian literatur, (3) fase seleksi, (4) Fase memetakan literature, (5) fase menilai kualitas yang diperoleh 15 jurnal dan prosiding, (6) fase sintesis temuan, (7) dan fase kesimpulan (Purnama et al., 2022). Tahap-tahap *systematic literarture review* pada studi ini disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Tahap-tahap *Systematic Literarture Review*

*Research Question* pada penelitian ini meliputi :

- 1 Bagaimana Kebutuhan Sumber Daya Energi di Indonesia?
- 2 Bagaimana potensi sumber daya energi baru terbarukan yang ada di Indonesia?
- 3 Bagaimana kelebihan dan kekurangan sumber daya energi baru terbarukan yang ada di Indonesia?

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Kebutuhan Sumber Daya Energi di Indonesia

Kebutuhan energi di Indonesia dibedakan menjadi beberapa sektor, diantaranya adalah sektor rumah tangga, transportasi, industry, komersial, dan sebagainya dengan energi utama yang digunakan di Indonesia adalah batu bara, gas bumi, bahan bakar minyak, LPG, dan listrik (Yudiartono et al., 2022). Kebutuhan energi di Indonesia tinggi, yang dibuktikan pada Tabel 1, dimana dari tahun 2011 hingga tahun 2020, konsumsi energi tumbuh dengan tingkat rata-rata 1,3% (KESDM, 2021). Konsumsi energi dalam satuan Barrel Minyak yang setara dengan 1773080.1 Watt-Jam.

Tabel 2. Kebutuhan Energi Per Sektor

Sektor	Kebutuhan Energi Final (Juta SBM)									
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Industri	331,5	327,0	239,2	246,0	243,8	221,9	229,6	285,0	345,8	288,0
Rumah Tangga	85,4	327,0	99,7	106,4	110,6	115,0	120,1	128,2	130,4	142,0
Komersial	32,8	35,8	37,9	38,9	37,9	40,0	41,0	42,3	44,4	40,5
Transportasi	277,5	329,5	341,4	342,8	345,5	341,2	363,8	399,7	415,0	364,3
Lainnya	27,2	33,7	31,1	28,7	21,7	19,9	17,0	13,6	11,8	10,3
Total	754,4	818,5	749,2	762,8	759,6	738,1	771,5	868,8	947,4	845,2

(KESDM, 2021)

Ditinjau dari jenis energi yang digunakan, batubara dan gas bumi digunakan oleh sektor industri, sedangkan bahan bakar minyak terutama sebagian besar digunakan untuk transportasi. Energi listrik merupakan energi yang mendominasi untuk sektor industry, rumah tangga, dan komersial.

Tabel 3. Konsumsi Energi per Jenis Energi

Jenis energi	Konsumsi Energi Final (Juta SBM)									
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Listrik	98,0	106,7	115,0	121,7	124,3	132,4	136,8	157,0	160,6	162,2
BBM (bahan bakar minyak)	334,7	389,0	378,0	363,7	323,3	329,1	331,5	320,7	266,4	222,8
Gas	94,2	97,5	98,5	97,4	95,4	77,4	89,0	95,6	94,6	97,5
Batu Bata	144,6	123,2	42,9	55,1	70,3	63,6	58,9	100,5	167,4	113,6
LPG	37,1	42,9	47,8	51,9	54,4	56,6	61,3	64,5	66,2	69,6
BBN (Bahan bakar nabati)	45,8	59,2	67,0	72,9	91,8	78,8	93,9	130,3	191,9	179,3
Biogas	-	-	-	-	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
Total	754,4	818,5	749,2	762,8	759,6	738,1	771,5	868,8	947,4	845,2

(KESDM, 2021)

### 3.2. Potensi sumber daya energi yang ada di Indonesia

Energi alternatif baru terbarukan merupakan energi pengganti yang sifatnya dapat dimanfaatkan secara terus menerus yang tersedia di alam. Penggunaan energi alternatif baru terbarukan ini telah diatur oleh pemerintah melalui Perpres No. 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional tahun 2006-2025 yang menjelaskan bahwa dalam pasokan energi harus dipenuhi 17% energi terbarukan. Bentuk energi baru dan terbarukan (EBT) yang tersedia di Indonesia diantaranya panas bumi, air, biomassa, dan energi surya. Adapun perkembangan energi baru terbarukan yang ada di Indonesia yang saat ini dikembangkan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Perkembangan Energi Terbaru Terbarukan dengan Targetnya di Tahun 2025

No.	Energi terbaru terbarukan	Jumlah (MW)					
		2017	2018	2019	2020	2021	2025 (Target)
1.	Air	5.706,8	5.792,7	5.976,0	6.140,6	6.601,9	13.000
2.	Geothermal	1.808,3	1.948,3	2.130,7	2.130,7	2.276,9	6.331
3.	Bioenergy	1.856,8	1.882,8	1.889,8	1.903,9	1.920,4	2.100
4.	Solar	49,7	59,3	134,9	169,3	200,1	6.500
5.	Angin	1,5	143,5	154,3	154,3	154,3	1.900

Sumber : (Indonesia-Investment, 2023) ((EBTKE), 2023)

Secara umum, bioenergi menghasilkan tiga jenis sumber energi, yaitu: biofuel (biodiesel, bioetanol), biogas, dan biomassa padat (serpihan kayu, biobriket serta residu pertanian). Bioenergi dapat menghasilkan tiga bentuk energi yaitu: listrik, bahan bakar transportasi, dan panas.

#### 3.2.1. Energi Air

Potensi energi air di Indonesia diperkirakan berkisar 94.449 MW. Potensi ini digunakan sebagai PLTA 75.091 MW sementara yang digunakan sebagai PLTM (Pembangkit listrik Mikro) dan PLTMH

(Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro) berkisar 19.358 MW (Harsoyo et al., 2015). Adapun potensi energi air di Indonesia disediakan pada Tabel 5.

Tabel 5. Potensi Energi Air sebagai PLTA berdasarkan Wilayah

No.	Wilayah/Provinsi	Potensi (MW)
1.	Papua	22.371
2.	Kalimantan (Selatan, Tengah, dan Timur)	16.844
3.	Sulawesi (Selatan dan Tenggara)	6.340
4.	Aceh	5.062
5.	Kalimantan Barat	4.737
6.	Sulawesi (Utara dan Tengah)	3.967
7.	Sumatera Utara	3.808
8.	Sumatera Barat, Riau	3.607
9.	Sumatera Selata, Bengkulu, Jambi, Lampung	3.102
10.	Jawa Barat	2.861
11.	Jawa Tengah	813
12.	Jawa Timur	525
13.	Bali, NTB, NTT	624
14.	Maluku	430
Total		75.091

(Taufiqurrahman & Windarta, 2020)

### 3.2.2. Energi Geothermal

Berdasarkan data dari Kementerian Sumber daya energi dan mineral (2019), Sumber dan Cadangan geothermal yang saat ini di teliti di delapan pulau Indonesia, Indonesia memiliki potensi geothermal sebesar 23765.5 MW atau 23,7 GB yang saat ini sudah diteliti potensinya, meskipun hanya 2,29 GW yang sudah dimanfaatkan.

Tabel 6. Area Potensi Geothermal di Indonesia

Wilayah	Provinsi	Jumlah titik	Sumber			Cadangan		Total (MW)
			Spekulatif	Hipotesis	Possible (harapan)	Probable (terduga)	Proven (Terbukti)	
Sumatera	Aceh	19	324	22	515	25	0	1086
	Sumatera Utara	18	250	388	705	180	503	2026
	Sumatera Barat	19	471	579	495	50	85	1680
	Riau	4	45	0	0	0	0	45
	Jambi	9	352	87	319	54	0	812
	Bengkulu	5	134	0	299	221	110	764
	Kepulauan Bangka Belitung	7	100	5	0	0	0	105
	Sumatera Selatan	7	225	230	363	221	202	1241
	Lampung	13	375	40	898	225	220	1758
	Jawa	Banten	7	125	161	365	0	0
Jawa Barat		42	985	469	1555	174	1580	4763
Jawa Tengah		14	79	271	622	130	240	1342
D.I. Yogyakarta		1	0	0	10	0	0	10

	Jawa Timur	11	70	290	851	73	0	1284
<b>Bali- Nusa Tenggara</b>	Bali	6	70	21	104	110	30	335
	Nusa Tenggara Barat	3	0	6	169	0	0	175
	Nusa Tenggara Timur	31	225	142	723	121	12.5	1223.5
<b>Kalimantan</b>	Kalimantan Barat	5	65	0	0	0	0	65
	Kalimantan Timur	2	17	0	0	0	0	1
	Kalimantan Utara	4	20	17	6	0	0	43
	Kalimantan Selatan	3	49	1	0	0	0	50
<b>Sulawesi</b>	Sulawesi Utara	9	55	73	410	180	120	838
	Gorontalo	5	129	11	20	0	0	160
	Sulawesi Tengah	30	401	64	368	0	0	833
	Sulawesi Selatan	21	259	117	140	0	0	516
	Sulawesi Tenggara	13	200	25	93	0	0	318
	Sulawesi Barat	13	321	53	32	0	0	406
<b>Maluku- Papua</b>	Maluku Utara	15	190	7	379	0	0	576
	Maluku	18	370	84	106	6	2	568
	Papua Barat	3	75	0	0	0	0	75
<b>Total</b>			5981	3363	9547	1770	3104.5	23765.5

(Layanan Informasi dan Investigasi Energi Baru, 2023)

Data-data dari (Layanan Informasi dan Investigasi Energi Baru, 2023) menunjukkan bahwa Indonesia memiliki potensi energi geothermal sebesar 23,7 GW untuk yang sudah diteliti, sementara data dari World Wide Fund for Nature [WWF], (2012), Indonesia memiliki potensi geothermal lebih dari 29 GW. Jumlah ini menempatkan Indonesia sebagai salah satu negara dengan energi geothermal mencakup 40% dari persediaan energi geothermal di dunia (Aziz, 2021). Oleh karena itu, data potensi energi geothermal memiliki peluang untuk bertambah apabila semakin banyak penelitian dilakukan untuk mencari area potensial energi geothermal.

### 3.2.3. Energi Biogas

Biogas berasal dari beberapa bahan organik seperti kotoran ternak baik sapi, babi, kambing ayam, dan lainnya. Masing-masing jenis ternak menghasilkan kotoran ternak segar (KTS) yang berbeda-beda per ekornya. Produksi kotoran ternak (kg/hari) pada setiap jenis ternak disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Produksi Kotoran Ternak Segar (KTS) dan Potensi Produksi Gas

Jenis Ternak	Bobot ternak (kg/ekor)	Produksi KTS (kg/hari)	Potensi produksi gas (m <sup>3</sup> /kg)
Sapi potong	400 – 500	20 – 29	0,023-0,040
Sapi perah	500 – 600	30 – 50	0,023-0,040
Ayam petelur	1,5 – 2,0	0,1	0,065- 0,116

Ayam pedaging	1,0 – 1,5	0,06	0,065- 0,116
Babi	80 – 90	7	0,040- 0,059
Domba	30 – 40	2	0,023-0,040

(Dewi, 2018)

### 3.2.4. Energi Surya

Potensi energi surya suatu tempat dipengaruhi posisi antara matahari dengan kedudukan tempat tersebut di permukaan bumi. Indonesia memiliki potensi energi surya yang besar sepanjang tahun karena posisinya di garis khatulistiwa. Sebaran sinar matahari di wilayah barat mencapai 4,5 kWh/m<sup>2</sup>/hari dan untuk wilayah Ttmur ialah 5,1 kWh/m<sup>2</sup>/hari (Kurniawan, 2016).

Tabel 8. Data sebaran radiasi matahari di Indonesia

No.	Provinsi	Lokasi Pengukuran	Radiasi (kWh/m <sup>2</sup> /hari)
1.	Nanggro Aceh Darussalam	Banda Aceh	5,1
2.	Sumatera Utara	Medan	4,55
3.	Sumatera Barat	Padang	4,91
4.	Riau	Dumai	4,71
5.	Sumatera Selatan	Palembang	4,67
6.	Bengkulu	Bengkulu	4,79
7.	Kalimantan Barat	Pontianak	5,12
8.	Kalimantan Selatan	Banjarmasin	5,07
9.	Kalimantan Tengah	Palangkaraya	4,87
10.	Kalimantan Timur	Bontang	4,78
11.	Gorontalo	Gorontalo	5,14
12.	Sulawesi Selatan	Makassar	5,88
13.	Bali	Denpasar	5,34

(Kurniawan, 2016)

### 3.2.5. Energi Angin

Kecepatan angin yang berhembus dapat menjadi factor dan syarat berdirinya pembangkit listrik tenaga angin (bayu). Kecepatan angin yang bisa digunakan sebagai pembangkit listrik minimal 1,6 m/s (kelas 3), sedangkan kecepatan maksimumnya ialah 17,1 (kelas 8) m/s. Pembagian kecepatan dan kondisi angin yang bisa dikonversi menjadi energi listrik disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Tingkat kecepatan angin

Tingkat Kecepatan Angin 10 meter di atas permukaan tanah		
Kelas	Kecepatan (m/s)	Kondisi Alam di Daratan
1	0.00 – 0.02	-
2	0.3 – 1.5	Angin Tenang, asap lurus ke atas
3	1.6 – 3.3	Asap bergerak mengikuti arah angin
4	3.4 – 5.4	daun-daun bergoyang pelan, petunjuk arah angin bergerak
5	5.5 - 7.9	Debu jalan dan kertas berterbangan, ranting pohon bergoyang.
6	8.0 – 10.7	Ranting pohon bergoyang, bendera berkibar
7	10.8 – 13.8	Ranting pohon besar bergoyang, air berombak kecil
8	13.9 – 17.1	Ujung pohon melengkung, hembusan angin terasa di telinga.
9	17.2 – 20.7	Dapat mematahkan ranting pohon, jalan menjadi berat ketika melawan arah angin.
10	20.8 – 24.4	Dapat mematahkan ranting pohon, rumah rubuh
11	24.5 – 28.4	Dapat merubuhkan pohon dan menimbulkan kerusakan.

12	28.5 – 32.6	Menimbulkan kerusakan parah
13	32.7 – 36.9	Tornado

(Murniati, 2022)

Potensi energi angin di Indonesia tercatat di beberapa lokasi terutama di wilayah Jawa, Sulawesi Selatan, Nusa Tenggara dan Maluku (Paundra & Nurdin, 2022). Data Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) menunjukkan bahwa potensi energi angin di Indonesia besar yang mencapai 60.647,0 MW untuk kecepatan angin lebih dari 4 m/s.

Tabel 10. Potensi Bayu per Provinsi di Indonesia

No.	Provinsi	Potensi (MW)
1.	Nusa Tenggara Timur	10.188
2.	Jawa Timur	7.907
3.	Jawa Barat	7.036
4.	Jawa Tengah	5.213
5.	Sulawesi Selatan	4.193
6.	Maluku	3.188
7.	Nusa Tenggara Barat	2.605
8.	Bangka Belitung	1.787
9.	Banten	1.753
10.	Bengkulu	1.513
11.	Sulawesi Tenggara	1.414
12.	Papua	1.411
13.	Sulawesi Utara	1.214
14.	Lampung	1.137
15.	D.I. Yogyakarta	1.079
16.	Bali	1.019
17.	Kalimantan Selatan	1.006
18.	Kepulauan Riau	922
19.	Sulawesi Tengah	908
20.	Aceh	894
21.	Kalimantan Tengah	681
22.	Kalimantan Barat	554
23.	Sulawesi Barat	514
24.	Maluku Utara	504
25.	Papua Barat	437
26.	Sumatera Barat	428
27.	Sumatera Utara	356
28.	Sumatera Selatan	301
29.	Kalimantan Timur	212
30.	Gorontalo	137
31.	Kalimantan Utara	73
32.	Jambi	37
33.	Riau	22
34.	DKI Jakarta	4
	Total	60.647

(Sekretariat Kabinet Republik Indonesia, 2017)

### 3.3. Kelebihan dan Kekurangan Sumber Daya Energi

Upaya penerapan baterai lithium, energi angin, geothermal, biogas, angin, dan surya ini didasarkan pada salah satunya kelebihan yang ditawarkan dari energy-energy ini. Meskipun demikian, banyaknya kelebihan dari baterai lithium air, geothermal, biogas, angin, dan surya tetap memiliki kelemahan yang perlu dipertimbangkan dalam pelaksanaannya. Berikut ini kelebihan-kelebihan dan kelemahan dari energi-energi tersebut.

Kelebihan energi baru terbarukan :

- a) Tersedia melimpah di alam, tidak akan habis, dan ramah lingkungan.
- b) Sumber energi terbarukan bisa dimanfaatkan secara gratis.
- c) Perawatan relatif lebih mudah dan murah dibandingkan teknologi yang memanfaatkan energi tak terbarukan.
- d) Mandiri energi, tidak perlu mengimpor energi tak terbarukan atau energi fosil dari luar negeri.
- e) Membantu mendorong perekonomian dan menciptakan peluang kerja.
- f) Bebas dari fluktuasi harga seperti yang dialami energi fosil kayak batu bara, minyak bumi, dan gas bumi.
- g) Lebih murah daripada energi fosil dalam jangka panjang
- h) Produksi bisa dihasilkan di berbagai tempat, tak perlu disentralisasi

Kelemahan dari energi baru terbarukan:

- a) Biaya awal besar atau investasi yang membutuhkan dana yang cukup banyak.
- b) Sebagian besar sumber energi terbarukan terkendala oleh faktor cuaca, seperti energi angin dan surya.
- c) Energi tambahan yang dihasilkan energi terbarukan harus disimpan dalam sistem penyimpanan seperti baterai supaya tidak terbuang sia-sia.

Tabel 11. Kelebihan dan Kekurangan Sumber Daya Energi Baru Terbarukan

No.	Sumber Daya Energi	Kelebihan	Kekurangan	Referensi
1.	Air	<ol style="list-style-type: none"> <li>a. Tidak menghasilkan polutan atau gas rumah kaca lainnya.</li> <li>b. Jumlah air di Indonesia melimpah dan dapat diperbarui melalui siklus hidrologi.</li> <li>c. Dapat menghasilkan listrik dalam jumlah tinggi dan konsisten sehingga bisa digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik.</li> <li>d. Tidak membutuhkan perawatan yang banyak sehingga bisa menjadi investasi jangka panjang dan stabil.</li> <li>e. Dapat memfasilitasi pengembangan industri lain yang bergantung pada pasokan energi listrik yang stabil.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>a. Ketika musim kemarau tiba, debit air yang dihasilkan sumber air tidak mencukupi kapasitas untuk menggerakkan turbin sehingga generator tidak bisa menghasilkan energi listrik secara maksimal.</li> <li>b. Kerusakan pada bendungan dapat menyebabkan resiko kecelakaan dan kerugian yang sangat besar</li> </ol>	(Al Bawani & Sudarti, 2022)
2.	Geothermal	<ol style="list-style-type: none"> <li>a. Indonesia memiliki potensi tinggi akan energi geothermal, yaitu 29 GW, yang mana ini mencakup 40 dari persediaan didunia.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>a. Penggunaan enegri geothermal baru sekitar 1.946 MW, atau sekitar 6,51%.</li> <li>b. Penggunaan secara local sehingga hanya dapat dikembangkan dilokasi geothermal.</li> </ol>	(Aziz, 2021)

---

		<p>b. Energi geothermal sangat efektif dan mudah untuk dirubah menhadi energi listrik</p> <p>c. Energi geothermal bisa menjadi energi yang terbersih dari karbon sehingga penggunaan energi geothermal dalam waktu yanag lama akan lebih menguntungkan, khususnya dalam mengurangi efek rumah kaca karena gas karbon dioksida.</p> <p>d. Termasuk sumberdaya alam yang dapat diperbarui sehingga tersedia dan tetap ada dalam jumlah yang konstan.</p> <p>e. Tidak dapat dipindahtangankan (ekspor) dan dipindahtangankan pengelolaannya serta tidak memerlukan lahan yang luas.</p> <p>f. Energi geothermal memiliki potensi untuk menghasilkan pendapatan untuk negara karena biaya eksplorasi, produksi, dan royalti tetap.</p>	<p>c. Banyak wilayah geothermal di pulau Indonesia timur yang belum bisa dikembangkan karena sedikitnya permintaan.</p> <p>d. Lokasi dari daerah geothermal adalah di hutan konsevasi sehingga pengembangannya banyak menimbulkan prokontra.</p>	
3.	Biogas	<p>a. Kandang hewan menjadi lebih bersih karena kotoran dari hewan dipergunakan untuk sebagai bahan biogas.</p> <p>b. Meningkatkan nilai ekonomi dari kotoran hewan ternak.</p> <p>c. Kotoran hewan ternak yang mengandung gas metana diolah sehingga bisa mengurangi pencemaran udara, emis gas rumah kaca, dan pemanasan global.</p> <p>d. Mengurangi bau yang tidak sedap, mencegah penyebaran penyakit, panas, daya (mekanis/listrik) dan hasil samping berupa pupuk padat dan cair.</p>	<p>a. Membutuhkan teknologi tinggi yang efisien agar dapat menyederhanakan proses pembuatan biogas yang melimpah dengan biaya yang rendah.</p> <p>b. Terdapat pengaruh temperature dimana bakteri biasanya hidup di suhu 37 °C sehingga pada lokasi yang beriklim tinggi membtuhkan energi panas.</p> <p>c. Masih mengandung sisa kotoran sehingga dapat menyebabkan korosi logam apabila digunakan untuk menyalakan mobil.</p> <p>d. Biaya kontruksi mahal</p>	<p>(Romadhona et al., 2020) (Yusmiati &amp; Singgih, 2018)</p>
4.	Angin	<p>a. Potensi pada pembangkit ini mencapai 60,6 Giga Watt (GW).</p> <p>b. Tidak menyebabkan polusi udara dan menghasilkan gas buang penyebab efek rumah kaca</p> <p>c. Dalam penggunaanya, energi angin lebih hemat biaya karena tidak memerlukan bahan baku lain selain turbin.</p>	<p>a. Bergantung pada kondisi cuaca sehingga sulit diprediksi dari waktu ke waktu. Akibatnya energi angin tidak selalu tersedia ataupun kencang.</p> <p>b. Biaya di awal pembuatan pembangkit listrik tenaga angin cukup tinggi (mahal).</p> <p>C. Kincir pada pembangkit listrik tenaga angin dibuat besar dab tinggi sehingga bisa bahaya bagi hewan terbang.</p>	<p>(Tulong et al., 2021) (Anggraeni et al., 2022)</p>

---

---

			d. Bilah turbin angin yang berputar menimbulkan kebisingan yang dapat terdengar hingga ratusan meter sehingga diperlukan teknologi yang dapat meredam suara dari bilah turbin yang berputar.	
5.	Surya	a. Lebih ramah lingkungan karena tidak menghasilkan polutan atau emisi karbon lainnya. b. Indonesia terletak di daerah tropis sehingga sinar matahari dengan intensitas tinggi tersedia sepanjang tahun. c. Dapat digunakan di daerah terpencil/sulit dijangkau jaringan listrik konvensional. d. Teknologi PLTS mudah dipahami dan diterima oleh masyarakat awam, dapat dipasang oleh tenaga lokal, dapat dioperasikan oleh pengguna dengan perawatan yang sangat lokal;	a. Membutuhkan biaya tinggi untuk membuat panel surya. b. Membutuhkan baterai penyimpanan agar dapat menyimpan energi matahari selama matahari tidak dapat bersinar dengan baik. c. Energi surya masih terpengaruh cuaca dan iklim sehingga dapat mengganggu ketersediaan energi surya. d. Perawatan dan pengelolaan system surya mahal e. Limbah panel surya (setelah penggunaan 25-30 tahun) dapat berbahaya bagi lingkungan sehingga perlu inovasi dalam mendaur ulangnya.	(Purwoto et al., 2018) (Almanda & Piliang, 2019)

---

#### 4. Kesimpulan

Kesimpulan pada studi literatur ini meliputi :

- 4.1. Kebutuhan energi di Indonesia tinggi, dimana dari tahun 2011 hingga tahun 2020, konsumsi energi tumbuh dengan tingkat rata-rata 1,3%. Energi listrik merupakan energi yang mendominasi untuk sektor industry, rumah tangga, dan komersial, tetapi ketersediaannya belum bisa memenuhi kebutuhan listrik masyarakat Indonesia.
- 4.2. Indonesia memiliki potensi yang baik dalam penggunaan energi baru terbarukan sehingga pemerintah menargetkan penggunaan energi baru terbarukan minimal 31% pada tahun 2050. Tahun 2019, Indonesia tercatat baru menggunakan energi baru terbarukan hanya 9,15%.
- 4.3. Secara umum, kelebihan & kekurangan energi baru terbarukan :
  - 1) Kelebihan energi baru terbarukan
    - a) Tersedia melimpah di alam, tidak akan habis, dan ramah lingkungan.
    - b) Sumber energi terbarukan bisa dimanfaatkan secara gratis.
    - c) Perawatan relatif lebih mudah dan murah dibandingkan teknologi yang memanfaatkan energi tak terbarukan.
    - d) Mandiri energi, tidak perlu mengimpor energi tak terbarukan atau energi fosil dari luar negeri.
    - e) Membantu mendorong perekonomian dan menciptakan peluang kerja
    - f) Bebas dari fluktuasi harga seperti yang dialami energi fosil kayak batu bara, minyak bumi, dan gas bumi.
    - g) Lebih murah daripada energi fosil dalam jangka panjang
    - h) Produksi bisa dihasilkan di berbagai tempat, tak perlu disentralisasi

- 2) Kekurangan energi baru terbarukan
  - a) Biaya awal besar atau investasi yang membutuhkan dana yang cukup banyak
  - b) Sebagian besar sumber energi terbarukan terkendala oleh faktor cuaca, seperti energi angin dan surya.
  - c) Energi tambahan yang dihasilkan energi terbarukan harus disimpan dalam sistem penyimpanan seperti baterai supaya tidak terbuang sia-sia.

## Daftar Pustaka

- (EBTKE), D. J. E. B. T. dan K. E. (2023). *KESDM – Danish Energy Agency Luncurkan Laporan Renewable Energy Pipeline*. <https://ebtke.esdm.go.id/post/2021/09/13/2960/kesdm.danish.energy.agency.luncurkan.laporan.renewable.energy.pipeline?lang=en>
- Adam, M., Harahap, P., & Nasution, M. R. (2019). Analisa Pengaruh Perubahan Kecepatan Angin Pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTA) Terhadap Daya Yang Dihasilkan Generator Dc. *RELE (Rekayasa Elektrikal Dan Energi) : Jurnal Teknik Elektro*, 2(1), 30–36. <https://doi.org/10.30596/rele.v2i1.3648>
- Adellea, A. J. (2022). Implementation of New Energy and Renewable Energy Policy in the Context of National Energy Security. *Indonesian State Law Review (ISLRev)*, 4(2), 43–51. <https://doi.org/10.15294/islrev.v4i2.61093>
- Afriyanti, Y., Sasana, H., & Jalunggono, G. (2018). Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Konsumsi Energi Terbarukan Di Indonesia. *DINAMIC: Directory Journal of Economic*, 2(3), 865–884.
- Ahn, E., & Kang, H. (2018). Introduction to Systematic Review and Meta-Analysis: A Health Care Perspective. *Korean J Anesthesiol*, 71(2), 1–38.
- Al Bawani, A. M., & Sudarti, S. (2022). Analisis Kelemahan Dan Kelebihan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (Pltmh) Sebagai Alternatif Sumber Energi Listrik. *Jurnal Kumparan Fisika*, 5(2), 99–104. <https://doi.org/10.33369/jkf.5.2.99-104>
- Almanda, D., & Piliang, B. P. (2019). Perbandingan Sistem Pendingin pada Konsentrasi Water Coolant, Air Mineral, dan Air Laut Menggunakan Panel Surya Fleksibel Monocrystalline 20 Wp. *RESISTOR (ElektRONIKA KEndali TelekomunikaSI Tenaga LiSTrik KOMputeR)*, 2(2), 73. <https://doi.org/10.24853/resistor.2.2.73-82>
- Amalia, Syarifah, A., Rahmawati, L., Syariah, N., Miskiyah, Z., & Rosia, R. (2021). Pengelolaan Sumber Daya Alam Untuk Menciptakan Human Welfare. *Al-Hisab; Jurnal Ekonomi Syariah*, 1(2), 12–26.
- Amrita, K. C., & Nugroho, G. (2019). Analisis Thermal Pada Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi PT. Indonesia Power UJIP Kamojang. *Jurnal Teknik ITS*, 7(2). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v7i2.35846>
- Anggraeni, S. N. H., Sudarti, S., & Yushardi, Y. (2022). Pemanfaatan Fenomena Angin Darat Dan Angin Laut Oleh Nelayan Untuk Mencari Ikan Di Pantai Puger Kabupaten Jember. *Jurnal Sains Riset*, 12(3), 604–611. <https://doi.org/10.47647/jsr.v12i3.832>
- Apriyanto, D., & Harini, R. (2012). Dampak Kegiatan Pertambangan Batubara terhadap Kondisi Sosial-Ekonomi Masyarakat di Tenggara-Kutai Kartanegara. *Jurnal Bumi Indonesia*, 1(3), 289–298. <https://media.neliti.com/media/publications/238189-dampak-kegiatan-pertambangan-batubara-te-f37d10cf.pdf>
- Aryza, S., Hermansyah, H., Siahaan, A. P. U., Suherman, S., & Lubis, Z. (2017). Implementasi Energi Surya Sebagai Sumber Suplai Alat Pengereng Pupuk Petani Portabel. *It Journal Research and Development*, 2(1), 12–18. [https://doi.org/10.25299/itjrd.2017.vol2\(1\).642](https://doi.org/10.25299/itjrd.2017.vol2(1).642)
- Azhar, M., Solechan, S., Saraswati, R., Suharso, P., Suhartoyo, S., & Ispriyarso, B. (2018). The New Renewable Energy Consumption Policy of Rare Earth Metals to Build Indonesia's National Energy Security. *E3S Web of Conferences*, 68, 1–10. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20186803008>
- Aziz, A. (2021). SWOT Analysis on Geothermal Energy Development in Indonesia and Fiscal Incentives Needed. *International Journal of Smart Grid and Clean Energy*, 10(3), 234–243. <https://doi.org/10.12720/sgce.10.3.234-243>
- Dewi, R. P. (2018). Kajian Potensi Pemanfaatan Biogas Sebagai Salah Satu Sumber Energi Alternatif Di Wilayah Magelang. *Journal of Mechanical Engineering*, 2(1). <https://doi.org/10.31002/jom.v2i1.804>
- Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi. (2023). *Dirjen EBTKE Paparkan Pemenuhan Kebutuhan Listrik Indonesia Melalui Pemanfaatan EBT*. <https://ebtke.esdm.go.id/post/2023/01/20/3405/dirjen.ebtke.paparkan.pemenuhan.kebutuhan.listrik.indonesia.melalui.pemanfaatan.ebt>
- Dunia Elektro. (2023). *Pembangkit Tenaga Listrik*.

- Ensiklopedia Dunia. (2023). *Energi primer*. [https://p2k.stekom.ac.id/ensiklopedia/Energi\\_primer](https://p2k.stekom.ac.id/ensiklopedia/Energi_primer)
- Flores, R. M. (2014). Coal and Coalbed Gas. *Coal and Coalbed Gas*, 587–614. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-396972-9.00010-0>
- Guna, G. D., & Mubarak, A. (2021). Implementasi Pengembangan Energi Baru Terbarukan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (Pltmh) Oleh Dinas Energi Dan Sumber Daya Mineral Provinsi Sumatera Barat Di Solok Selatan. *Jurnal Manajemen Dan Ilmu Administrasi Publik (JMIAP)*, 2(4), 28–35. <https://doi.org/10.24036/jmiap.v2i4.176>
- Hadimuljono, M. B., & Kurniawan, P., dan Rahardjo, W. (2019). *Geothermal Economics Handbook in Indonesia: Peluang dan Tantangan*. Penerbit ANDI.
- Harsoyo, B., Yananto, A., Athoillah, I., & Nugroho, A. (2015). Rekomendasi Pengelolaan Sumber Daya Air Waduk/ Danau Plta Di Indonesia Melalui Pemanfaatan Teknologi Modifikasi Cuaca. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, 16(2), 47. <https://doi.org/10.29122/jstmc.v16i2.1046>
- Hayward, J., & Graham, P. (2011). *Developments in technology cost drivers—dynamics of technological change and market forces* (Vol. 2011, Issue April 5). <http://www.garnautreview.org.au/update-2011/commissioned-work/developments-technology-cost-drivers-dynamics-technological-change-market-forces.pdf>
- Indonesia-Investment. (2023). *Wind Power Generation in Indonesia; What Are the Challenges & Opportunities?* <https://www.indonesia-investments.com/news/news-columns/wind-power-generation-in-indonesia-what-are-the-challenges-opportunities/item9505>
- KESDM. (2021). Team Handbook Energy & Economic Statistics Indonesia. *Ministry of Energy and Mineral Resources Republic of Indonesia*, 23–26. <https://www.esdm.go.id/en/publication/handbook-of-energy-economic-statistics-of-indonesia-heesi>
- Konsep Geografi. (2023). *Perbedaan serta Proses Terjadinya Angin Gunung dan Angin Lembah*. <https://www.konsepgeografi.net/2016/01/angin-gunung-dan-angin-lembah.html>
- Layanan Informasi dan Investigasi Energi Baru, T. dan K. E. (2023). *Potensi Pengembangan Energi Panas Bumi di Indonesia*. <https://ebtke.esdm.go.id/lintas/id/investasi-ebtke/sector-panas-bumi/potensi>
- Logayah, D. S., Rahmawati, R. P., Hindami, D. Z., & Mustikasari, B. R. (2023). Krisis Energi Uni Eropa: Tantangan dan Peluang dalam Menghadapi Pasokan Energi yang Terbatas. *Hasanuddin Journal of International Affairs*, 3(2), 102–110. <https://doi.org/10.31947/hjirs.v3i2.27052>
- Lumbantoruan, P. (2019). Uji Linieritas Antara Beda Potensial Dengan Kuat Arus Listrik Pada Beberapa Medium. *Jurnal Penelitian Fisika Dan Terapannya (JUPITER)*, 1(1), 20. <https://doi.org/10.31851/jupiter.v1i1.3109>
- Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. (2022). Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia No. 77 Tahun 2022 tentang Kebijakan Mineral dan Batubara Nasional. In *Kepmen ESDM*.
- Murniati, M. E. (2022). Analisis Potensi Energi Angin Sebagai Pembangkit Energi Listrik Tenaga Angin Di Daerah Banyuwangi Kota Menggunakan Database Online-BMKG. *Jurnal Surya Energy*, 6(1), 9–16. <https://doi.org/10.32502/jse.v6i1.3364>
- Nanang Ajim. (2023). *Teks Eksplanasi Cara Kerja Panel Surya*. <https://doi.org/https://www.mikirbae.com/2016/06/teks-eksplanasi-cara-kerja-panel-surya.html>
- Pangemanan, J. I. H. (2023). *Proses Terbentuknya Batu Bara, Jenis-jenis, dan Manfaatnya*. [https://mediaindonesia.com/humaniora/557191/proses-terbentuknya-batu-bara-jenis-jenis-dan-manfaatnya#google\\_vignette](https://mediaindonesia.com/humaniora/557191/proses-terbentuknya-batu-bara-jenis-jenis-dan-manfaatnya#google_vignette)
- Paundra, F., & Nurdin, A. (2022). Study of the Potential and Development of Renewable Energy Power in Indonesia : a Review. *Steam Engineering*, 3(2), 62–72. <https://doi.org/10.37304/jptm.v3i2.4024>
- Pitri, L., & Irdawati. (2021). *Identifikasi Bakteri Pada Biogas Campuran Kotoran Kerbau Dengan Limbah Daun Bawang Merah ( Allium Cepa L )*. 1605–1610.
- Prakoso, B. A., Rostyaningsih, D., Marom, A., Publik, J. A., Diponegoro, U., Profesor, J., Soedarto, H., & Dampak, E. (2016). EVALUASI DAMPAK PEMBANGUNAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP ( PLTU ) TANJUNG JATI B di DESA TUBANAN KECAMATAN KEMBANG KABUPATEN JEPARA. *Juournal of Public Policy and Management Review*, 5(2), 1–14. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jppmr/article/view/10898>
- Purnama, S., Ulfah, M., Ramadani, L., Rahmatullah, B., & Ahmad, I. F. (2022). Digital Storytelling Trends in Early Childhood Education in Indonesia: A Systematic Literature Review. *JPUUD - Jurnal Pendidikan Usia Dini*, 16(1), 17–31. <https://doi.org/10.21009/jpud.161.02>
- Purnomo, B. C., Widiyanto, A., Munahar, S., Purwantini, A. H., Muliawanti, L., & Rosyidi, M. I. (2020). Implementasi Energi Biogas Sebagai Energi Alternatif Pembangkit Listrik di Kabupaten Boyolali. *Pengabdian*

*Kepada Masyarakat*, 3, 219–228.

- Purwoto, B. H., Jatmiko, J., Fadilah, M. A., & Huda, I. F. (2018). Efisiensi Penggunaan Panel Surya sebagai Sumber Energi Alternatif. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 18(1), 10–14. <https://doi.org/10.23917/emitor.v18i01.6251>
- Rahma, N. D., Rizka, Y., Nufus, W., Saraswati, N. A., & Chairani, S. (2022). Dampak Pertambangan Batu Bara Pada Kesehatan Lingkungan: A Systematic Review. *Health Safety Environment Journal*, 2(2), 1–19.
- Romadhona, G., Winarso, W., & Mukholik, A. (2020). Pemanfaatan Biogas Sebagai Sumber Alternatif Tenaga Listrik Di BBPTU HPT Baturraden. *Techno (Jurnal Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Purwokerto)*, 21(1), 21. <https://doi.org/10.30595/techno.v21i1.6885>
- S.Sayuti, S. (2017). Lingkungan Hidup Dan Pembangunan Berkelanjutan Lingkungan. *Jurnal Lingkungan Hidup*, 2(1), 1–8.
- Sanspower. (2020). *Penuhi Kebutuhan Listrik Dengan Panel Surya Dan Dapatkan Segudang Manfaatnya*. <https://www.sanspower.com/panel-surya-prinsip-kerja-dan-kegunaan-yang-bisa-didapatkan.html>
- Sekretariat Kabinet Republik Indonesia. (2017). *Potensi Pengembangan PLTB di Indonesia*. <https://setkab.go.id/potensi-pengembangan-pltb-di-indonesia/>
- Shamseer, L., Moher, D., Clarke, M., Ghersi, D., Liberati, A., Petticrew, M., Shekelle, P., Stewart, L. A., Altman, D. G., Booth, A., Chan, A. W., Chang, S., Clifford, T., Dickersin, K., Egger, M., Gøtzsche, P. C., Grimshaw, J. M., Groves, T., Helfand, M., ... Whitlock, E. (2015). Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (prisma-p) 2015: Elaboration and explanation. *BMJ (Online)*, 349(January), 1–25. <https://doi.org/10.1136/bmj.g7647>
- Sih Setyono, J., Hari Mardiansjah, F., & Febrina Kusumo Astuti, M. (2019). Potensi Pengembangan Energi Baru Dan Energi Terbarukan di Kota Semarang. *Jurnal Riptek*, 13(2), 177–186. <http://ripteck.semarangkota.go.id>
- Soeparman, S. (2015). *Teknologi Tenaga Surya: Pemanfaatan dalam Bentuk Energi Panas*. UB Press.
- Statista. (2023). *Electricity consumption per capita in Indonesia from 2015 to 2022, with targets until 2024*. <https://www.statista.com/statistics/1092084/household-electricity-consumption-per-capita/>
- Taufiqurrahman, A., & Windarta, J. (2020). Overview Potensi dan Perkembangan Pemanfaatan Energi Air di Indonesia. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, 1(3), 124–132. <https://doi.org/10.14710/jebt.2020.10036>
- Tulong, J., Kolibu, H. S., Pasau, G., & Suoth, V. A. (2021). Kajian Potensi Energi Angin di Gunung Tumpa Kelurahan Tongkaina Kecamatan Bunaken Kota Manado. *Jurnal MIPA*, 10(2), 51. <https://doi.org/10.35799/jmuo.10.2.2021.33989>
- World Wide Fund for Nature [WWF]. (2012). *Igniting the Ring of Fire : A Vision for Developing Indonesia's Geothermal Power*. WWF.
- Yudiartono, Y., Windarta, J., & Adiarso, A. (2022). Analisis Prakiraan Kebutuhan Energi Nasional Jangka Panjang Untuk Mendukung Program Peta Jalan Transisi Energi Menuju Karbon Netral. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, 3(3), 201–217. <https://doi.org/10.14710/jebt.2022.14264>
- Yusmiati, Y., & Singgih, B. (2018). Teknologi Produksi Biogas dari Limbah Ternak untuk Memenuhi Kebutuhan Energi Rumah Tangga. *Inovasi Pembangunan: Jurnal Kelitbangan*, 6(01), 39–48. <https://doi.org/10.35450/jip.v6i01.55>