

# RENEWABLE ENERGY TECHNOLOGY

Indonesia adalah negara yang memiliki wilayah luas dan jumlah penduduk yang tinggi. Sebagai negara dengan kondisi geografis beragam dan penduduk yang tersebar di berbagai pulau, Indonesia masih menghadapi tantangan pemenuhan energi untuk semua warganya. Masih perlunya pemerataan akses listrik di Pulau Jawa dan di luar Pulau Jawa khususnya Indonesia bagian timur, misalnya Nusa Tenggara Timur dan Papua, masih kurang dari 70%, artinya perlu pemerataan pemenuhan energi di seluruh wilayah Indonesia.

Selain listrik, tantangan energi di Indonesia mencakup terbatasnya akses pada energi untuk menjalankan aktivitas sehari-hari. Banyak penduduk Indonesia yang tidak memiliki akses pada bahan bakar dan menggunakan tungku tradisional untuk memasak. Indonesia memiliki potensi energi bersih dan terbarukan yang tinggi. Berdasarkan data dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM), Indonesia memiliki potensi sumber daya energi terbarukan yang luar biasa besarnya. Potensi sumber daya ini dapat dimanfaatkan untuk menciptakan akses energi secara merata dan bersih. Meski begitu, saat ini penggunaan energi bersih dan terbarukan di Indonesia baru mencapai kisaran 6% dari bauran energi nasional.

Berdasarkan permasalahan itulah buku ini ditulis sebagai kajian dan referensi dalam pengembangan energi terbarukan ke depannya. Dalam buku ini dijelaskan macam-macam sumber energi terbarukan beserta keunggulan dan kelemahannya, cara pengaplikasian, perhitungan dasar perancangan hingga potensi dan lokasi-lokasi penerapan teknologi energi terbarukan di Indonesia.



ADITYA MEDIA GRUP

ANGGOTA IKAPI No. 003/DIY/94

Jln. Bimasakti No. 19 Yogyakarta 55221  
Tlp./Faks. (0274) 520612-520613

Jln. Tiogosuryo No. 49 Tiogomas Malang  
Tlp./Faks. (0341) 568752

e-mail: penerbitanbaskaramedia@gmail.com



RENEWABLE ENERGY TECHNOLOGY

Muhammad Alfian Mizar, dkk.



# RENEWABLE ENERGY TECHNOLOGY

Muhammad Alfian Mizar  
Muhammad Trifiananto  
Dani Prasetyo



# RENEWABLE ENERGY TECHNOLOGY





Muhammad Alfian Mizar  
Muhammad Trifiananto  
Dani Prasetyo



RENEWABLE ENERGY  
TECHNOLOGY



BASKARA  
MEDIA

---

## RENEWABLE ENERGY TECHNOLOGY

---

### Penulis

- **Muhammad Alfian Mizar**
- **Muhammad Trifiananto**
- **Dani Prasetyo**

### Desain Sampul

Ardika Ferianto

### Desain Isi

Much. Imam Bisri

Diterbitkan oleh:

### **PENERBIT BASKARA MEDIA**

#### **Aditya Media Group**

Anggota IKAPI No. 003/DIY/94

#### Alamat:

- Jln. Bimasakti No. 19 Yogyakarta 55221  
Tlp./Faks. (0274) 520612-520613
- Jln. Tlogosuryo No. 49 Tlogomas Malang  
Tlp./Faks. (0341) 568752  
e-mail: penerbitanbaskaramedia@gmail.com

Cetakan Pertama, November 2021

Ukuran: 15.5 x 23 cm

Jumlah: x + 216 halaman

**ISBN: 978-623-7446-56-9**

Hak Cipta dilindungi undang-undang. Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ini ke dalam bentuk apa pun, secara elektronik, maupun mekanis, termasuk fotokopi, merekam, atau dengan teknik perekaman lainnya, tanpa izin tertulis dari penerbit.

Undang-Undang Nomor 19 Tahun 2000 tentang Hak Cipta, Bab XII Ketentuan Pidana, Pasal 72, Ayat (1), (2), dan (6).

## PRAKATA

Syukur Alhamdulillah senantiasa penulis panjatkan kehadirat Allah Swt. karena atas rahmat-Nya buku *Renewable Energy Technology* ini dapat terselesaikan dengan baik. Buku ini ditulis dengan pertimbangan dapat digunakan sebagai referensi dan sumber pengetahuan tentang pengembangan energi terbarukan.

Indonesia adalah negara yang memiliki wilayah luas dan jumlah penduduk yang tinggi. Sebagai negara dengan kondisi geografis beragam dan penduduk yang tersebar di berbagai pulau, Indonesia masih menghadapi tantangan pemenuhan energi untuk semua warganya. Masih perlunya pemerataan akses listrik di Pulau Jawa dan di luar Pulau Jawa di mana provinsi-provinsi di luar Jawa khususnya Indonesia bagian timur, misalnya Nusa Tenggara Timur dan Papua, masih kurang dari 70%, ini artinya perlu pemerataan pemenuhan energi di seluruh wilayah Indonesia.

Selain listrik, tantangan energi di Indonesia mencakup terbatasnya akses pada energi untuk menjalankan aktivitas sehari-hari. Banyak penduduk Indonesia yang tidak memiliki akses pada bahan bakar dan menggunakan tungku tradisional untuk memasak. Selain tidak tersedia sepanjang waktu, asap pembakaran tungku ini juga menyebabkan gangguan kesehatan masyarakat. Di sektor lain, terbatasnya akses pada energi berperan pada terhambatnya perkembangan ekonomi dan pendidikan.

Sementara itu, Indonesia memiliki potensi energi bersih dan terbarukan yang tinggi. Berdasarkan data dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM), Indonesia memiliki potensi sumber daya energi terbarukan yang luar biasa besarnya. Potensi sumber daya ini dapat dimanfaatkan untuk menciptakan akses energi secara merata dan bersih. Meski begitu, saat ini penggunaan energi bersih dan terbarukan di Indonesia baru mencapai kisaran 6% dari bauran energi nasional. Dengan

melihat potensi energi terbarukan yang tersebar, penyediaan energi dalam negeri terutama di daerah-daerah yang belum memiliki akses terhadap energi bisa dipenuhi dengan potensi-potensi local dalam bentuk energi terbarukan.

Berdasarkan permasalahan itulah buku ini ditulis sebagai kajian dan referensi dalam pengembangan energi terbarukan ke depannya. Dalam buku ini dijelaskan macam-macam sumber energi terbarukan beserta keunggulan dan kelemahannya, cara pengaplikasian, perhitungan dasar perancangan hingga potensi dan lokasi-lokasi penerapan teknologi energi terbarukan di Indonesia.

Penulis menyadari bahwa buku ini masih memerlukan koreksi dan pengembangan sehingga kritik dan saran dari pembaca selalu penulis harapkan. Penulis berharap buku ini dapat memberikan banyak manfaat terutama dapat dipakai sebagai panduan belajar bagi siapa pun yang membacanya.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan atas dukungan serta bantuan seluruh pihak yang telah membantu menyelesaikan penulisan buku ini.

Malang, 27 Oktober 2021

**Tim Penyusun**

## DAFTAR ISI

PRAKATA .....	v
Daftar Isi .....	vii
<b>BAB 1</b>	
Pendahuluan.....	3
1.1. Tentang Energi.....	4
1.2 Satuan dan Faktor Konversi .....	6
1.3. Sumber Energi .....	7
1.3.1 Energi konvensional .....	7
1.3.2 Energi terbarukan .....	8
<b>BAB 2</b>	
Energi Angin .....	17
2.1 Pendahuluan .....	17
2.2 Turbin Angin .....	20
2.2.1 Turbin Angin Horizontal .....	21
2.2.2 Turbin Angin Vertikal .....	25
2.3 Aplikasi dan Perencanaan Turbin Angin .....	26
2.3.1 Pengaplikasian Turbin Angin .....	26
2.3.2 Formula Dasar Perencanaan Turbin Angin .....	30
2.4 Lokasi Penerapan PLTB (Pembangkit Listrik Tenaga Bayu) di Indonesia .....	34
2.4.1 PLTB Sidrap, Sulawesi Selatan .....	34
2.4.2 PLTB Bantul, Yogyakarta.....	35
2.4.3 PLTB Nusa Tenggara Timur .....	36
<b>BAB 3</b>	
Energi Air .....	39
3.1 Pendahuluan .....	39
3.2 Kincir Air .....	41

3.2.1 Kincir Air Undershoot .....	43
3.2.2 Kincir Air Overshot .....	44
3.2.2 Kincir Air Breatshot.....	45
3.3 Turbin Air.....	46
3.3.1 Turbin Pelton.....	48
3.3.2 Turbin Turgo.....	50
3.3.3 Turbin Crossflow .....	52
3.3.4 Turbin Francis.....	54
3.3.5 Turbin Kaplan.....	56
3.4 Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Air .....	58
3.5 Lokasi Penerapan PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Air) di Indonesia.....	61
3.5.1 PLTA Waduk Cirata, Jawa Barat .....	61
3.5.2 PLTA Waduk Saguling, Jawa Barat .....	62
3.5.3 PLTA Sulewana, Poso, Sulawesi Tengah.....	63
3.5.4 PLTA Sigura-Gura, Samosir, Sumatra Utara.....	64
3.5.5 PLTA Musi, Bengkulu .....	65
3.5.6 PLTA Mrica, Banjarnegara, Jawa Tengah.....	65
3.5.7 PLTA Jati Luhur, Purwakarta, Jawa Barat.....	66
3.5.8 PLTA Sutami, Malang, Jawa Timur .....	67
<b>BAB 4</b>	
<b>Energi Surya.....</b>	<b>71</b>
4.1 Pendahuluan .....	71
4.2 Solar Cell.....	74
4.2.1 Karakteristik Solar Cell.....	75
4.2.2 Prinsip Dasar Teknologi Solar Cell (Photovoltaic) ....	75
4.2.3 Jenis Solar Cell .....	79
4.2.4 Kelebihan dan Kelemahan Solar Cell .....	80
4.3 Instalasi Solar Cell .....	80
4.3.1 Sistem Stand Alone/Off-grid .....	80
4.3.2 Sistem Connecting Grid.....	84
4.4 Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya .....	86
4.5 Lokasi Penerapan PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) di Indonesia.....	88

4.5.1 PLTS Cirata, Jawa Barat.....	88
4.5.2 PLTS Likupang, Sulawesi Utara.....	89
4.5.3 PLTS Nusa Tenggara Barat.....	90

## BAB 5

<b>Energi Panas Bumi</b> .....	93
5.1 Pendahuluan .....	93
5.2 Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi.....	94
5.2.1 Proses Terbentuknya Energi Panas Bumi .....	95
5.2.2 Jenis-Jenis Energi Panas Bumi .....	98
5.2.3 Kelebihan dan Kekurangan Energi Panas Bumi .....	101
5.3 Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi .....	102
5.3.1 Dry System Power Plant.....	103
5.3.2 Flash Steam Power Plant .....	104
5.3.3 Binary Cycle Power Plant.....	105
5.4 Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi .....	106
5.4.1 Pengumpulan Data Sumur Produksi .....	106
5.4.2 Perhitungan Kerja Turbin .....	106
5.4.3 Perhitungan Ukuran Utama Steam Turbine.....	108
5.5 Lokasi Penerapan PLTP (Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi) di Indonesia .....	110
5.5.1 PLTP Dieng, Jawa Tengah.....	110
5.5.2 PLTP Patuha, Jawa Barat.....	111
5.5.3 PLTP Gunung Salak, Jawa Barat .....	111
5.5.4 PLTP Kamojang, Jawa Barat .....	112
5.5.6 PLTP Sarulla, Sumatera Utara .....	113

## BAB 6

<b>Biomassa</b> 117	
6.1 Pendahuluan .....	117
6.2 Bio Fuel .....	122
6.3 Bio Gas.....	124
6.3.1 Komposisi Biogas.....	124
6.3.2 Bahan Baku Biogas .....	125
6.3.3 Pembuatan dan Instalasi Biogas.....	129
6.3.4 Penggunaan Biogas .....	131

6.4	Bio Diesel .....	132
	6.4.1 Bahan Baku Biodiesel.....	133
	6.4.1 Pembuatan Biodiesel .....	134
6.5	Bio Etanol.....	138
	6.5.1 Bahan Bakul Bioethanol.....	139
	6.5.2 Konversi dari Biomassa Sampah Tanaman Menjadi Bioetanol.....	143
6.6	Gasifikasi .....	145
	6.6.1 Tipe <i>Gasifier</i> .....	147
	6.6.2 Tahapan Gasifikasi.....	152
	6.6.3 Gasifying Agent .....	155
	6.6.4 Komposisi Gas Dan Nilai Kalor .....	156
	6.6.5 Equivalence Ratio (ER).....	157
	6.6.6 Efisiensi Gasifikasi .....	158
	6.6.7 Aplikasi Gasifikasi.....	159
	6.6.8 Referensi Penelitian .....	159
6.7.	Keuntungan dan Kekurangan Penerapan Biomassa.....	160
	6.7.1 Keuntungan Penerapan Biomassa .....	160
	6.7.2 Kekurangan Penerapan Biomassa .....	161
6.8	Lokasi Penerapan Biomassa di Indonesia.....	162
	6.8.1 PLTBm Siantan, Kalimantan Barat .....	162
	6.8.2 PLTBm Bambu Siberut, Sumatera Barat .....	163
	6.8.3 Penerapan Biogas Desa Cabbeng Bone, Sulawesi Selatan.....	163
	6.8.4 Penerapan Biogas Desa Penyabangan, Bali.....	164
	6.8.5 Penerapan Biogas Pasuruan .....	165
<b>BAB 7</b>		
	Data Potensi Energi Terbarukan di Indonesia.....	169
7.1	Pendahuluan .....	169
7.2	Sepuluh Daerah dengan Potensi Energi Terbarukan Terbesar .	170
7.3	Rencana Pembangunan Pembangkit Energi Terbarukan.....	171
7.4	Rencana Umum Energi Daerah .....	172
	DAFTAR PUSTAKA.....	209

# BAB 1 PENDAHULUAN





## BAB 1

# PENDAHULUAN

Ratusan generasi telah mengandalkan energi sebagai elemen penting dalam melakukan pekerjaan. Selama ini kayu, batu bara, minyak, dan gas alam berfungsi dengan baik sebagai bahan bakar untuk mendukung aktivitas dan produktivitas, namun populasi manusia tidak membatasi diri pada kehidupan yang sederhana. Seiring berkembangnya zaman, manusia terus berkembang dan membutuhkan suatu teknologi baru untuk mempermudah suatu pekerjaan. Adapun dampak dari perkembangan ini, yaitu terjadi akselerasi dengan kecepatan yang melampaui sumber daya alam (Maczulak, 2010). Beberapa bagian wilayah di dunia ini telah kehabisan sumber daya lebih cepat daripada wilayah lain, akan tetapi mereka mempertahankan ekonominya yang kuat dan berkembang dengan mengimpor bahan dari daerah yang kaya sumber daya. Hutan mulai menghilang dan upaya dalam penambangan batu bara terus meningkat. Cadangan minyak mentah juga menjadi semakin sulit ditemukan, pada akhirnya para ilmuwan dapat menghitung titik masa depan ketika cadangan minyak dunia akan habis. Berdasarkan hal tersebut, para ilmuwan generasi selanjutnya diharapkan dapat menemukan kembali cara untuk membuat suatu alternatif energi sebagai upaya diversifikasi dalam mencukupi kebutuhan energi di masa mendatang.

Sejak tahun 1970-an, produksi energi dunia dipimpin oleh perusahaan minyak raksasa, produsen batu bara, dan perusahaan listrik yang menggunakan sumber energi nuklir maupun non-nuklir. Para ahli lingkungan memperingatkan, yang pertama bahwa pasokan minyak bumi akan mencapai titik pengembalian yang semakin berkurang dan kedua bahwa emisi bahan bakar terakumulasi ke tingkat berbahaya di atmosfer, yang cukup untuk menyebabkan suhu global meningkat. Masyarakat sulit

membayangkan, jika perjalanan dengan kendaraan bermotor ke toko bisa membuat suhu bumi naik.

Pada akhir dekade ini, beberapa produsen kendaraan menawarkan kesempatan baru kepada masyarakat, yaitu kendaraan yang digerakkan oleh tenaga listrik/hybrid. Beberapa para ahli yang prihatin atas terjadinya pemanasan bumi yang terus meningkat, sebagian besar dari mereka memperingatkan bahwa perubahan iklim tidak disebabkan oleh alam tetapi oleh manusia. Beberapa orang telah mencoba kendaraan listrik/hybrid baru dan membuktikan bahwa mereka merasa konsumsi bahan bakar lebih hemat dan yang pasti mengurangi emisi. Pernyataan tersebut dibuktikan oleh salah satu konten kreator otomotif terkemuka Indonesia yang mengunggah sebuah video di channel YouTube-nya, beliau membandingkan pengeluaran biaya menggunakan mobil berbahan bakar minyak dengan mobil dengan energi listrik. Beliau menyatakan bahwa dengan jarak tempuh yang sama, mobil listrik lima kali jauh lebih hemat dari pada mobil menggunakan bahan bakar minyak.

Dari berbagai permasalahan di atas maka ditulislah buku *Renewable Energy Technology* yang akan memberikan gambaran dan pengetahuan tentang berbagai macam sumber energi terbarukan. Buku ini diharapkan dapat menjadi suatu referensi kepada masyarakat dan memberikan pemahaman yang lebih jelas mengenai pilihan energi terbarukan untuk dimanfaatkan dalam pengembangan energi bersih dan ramah lingkungan.

## 1.1. Tentang Energi

Energi diartikan sebagai kemampuan untuk melakukan aktivitas apa pun di alam. Selama ribuan tahun, manusia telah meningkatkan kemampuannya untuk memanfaatkan energi dari alam untuk meningkatkan gaya hidup mereka. Manusia purba membakar kayu untuk memberi mereka kehangatan, perlindungan, dan memasak makanan. Pada abad ke-19, mesin uap dikembangkan untuk mengubah energi panas menjadi gerakan yang pada gilirannya menyebabkan revolusi industri di Eropa. Mesin uap memanaskan air dalam ketel untuk mengubahnya menjadi uap bertekanan

tinggi. Uap bertekanan tinggi kemudian dibiarkan mengembang melalui piston atau turbin dan terjadi gerakan mekanis. Mesin uap menghasilkan gerakan berputar terus menerus dan digunakan dalam berbagai mesin manufaktur untuk diberi tenaga. Mesin tersebut membutuhkan bahan bakar batu bara atau kayu untuk dibakar guna menghasilkan panas yang dibutuhkan mesin uap untuk lokomotif dan pabrik. Pada akhir 1850-an, mesin pembakaran internal ditemukan di mana pembakaran bahan bakar bersama dengan udara terjadi di dalam ruang bakar yang menghasilkan suhu tinggi dan gas bertekanan tinggi. Gaya yang dihasilkan dalam proses tersebut diterapkan pada piston. Mesin seperti itu digunakan di sebagian besar kendaraan saat ini (Kundu, 2020).

Pada awal 1800-an, Michael Faraday mendemonstrasikan prinsip motor listrik. Motor listrik mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Motor listrik dapat digunakan untuk menyediakan daya ke mesin individu. Ini meniadakan sistem sabuk dan poros yang rumit untuk distribusi daya dan meningkatkan kemudahan kontrol dan efisiensi secara keseluruhan. Pada akhir 1800-an, Thomas Alva Edison mengembangkan bola lampu listrik. Sebelum bola lampu menjadi populer, terdapat lampu berbahan bakar minyak atau gas untuk menghasilkan cahaya. Lampu tersebut berbahaya, mengeluarkan asap berbahaya. Saat ini sebagian besar penerangan dilakukan melalui lampu listrik dengan berbagai desain.

Listrik adalah bentuk energi sekunder. Relatif sederhana untuk mengubah bentuk energi lain menjadi energi listrik dan sebaliknya. Itu dapat diproduksi di tempat yang jauh dari jangkauan manusia dan disalurkan lebih dari ratusan kilometer dan didistribusikan ke sejumlah besar titik penggunaan.

Masyarakat modern tidak akan ada tanpa penerapan metode terorganisasi untuk produksi dan pemanfaatan energi. Ini digunakan untuk pemanasan, pendinginan, penerangan, transportasi, dan untuk mengoperasikan berbagai perangkat listrik yang telah menjadi penting untuk kehidupan manusia sehari-hari. Selama bertahun-tahun, penggunaan energi manusia telah meningkat. Peningkatan ini disebabkan oleh pertumbuhan penduduk, tetapi juga secara signifikan, sebagai akibat dari peningkatan industrialisasi (Dunlap, 2020).

Ada empat sektor utama yang menggunakan energi yaitu perumahan, komersial, transportasi, dan industri. Perumahan menggunakan energi untuk pemanas/pendingin, penerangan, dan pekerjaan rumah tangga lainnya. Meskipun gas alam biasanya digunakan untuk memanaskan atau memasak, banyak peralatan lainnya menggunakan energi listrik. Sektor komersial seperti kantor dan pusat perbelanjaan menggunakan bagian gas alam dan listrik yang hampir sama. Sektor industri menggunakan batu bara, minyak, gas alam, dan listrik dengan porsi yang sama. Sektor transportasi sebagian besar menggunakan minyak bumi dan sebagian gas alam. Tetapi, belakangan ini lebih banyak elektrifikasi di sektor transportasi terjadi dengan sektor transportasi massal seperti kereta api yang kebanyakan dialiri listrik. Kendaraan penumpang individu juga dialiri arus listrik dalam jumlah besar.

## 1.2 Satuan dan Faktor Konversi

Hal yang perlu dipahami dalam proses konversi energi yaitu mengetahui satuan dan faktor konversinya. Berikut merupakan satuan dan faktor konversi standard internasional (SI).

Awalan-awalan (Prefix) dalam SI

Awalan	Simbol	Kelipatan	Prefix	Symbol	Kelipatan
atto	a	$10^{-18}$	kilo	k	$10^3$
femto	f	$10^{-15}$	mega	M	$10^6$
pico	p	$10^{-12}$	giga	G	$10^9$
nano	n	$10^{-9}$	tera	T	$10^{12}$
micro	$\mu$	$10^{-6}$	peta	P	$10^{15}$
milli	m	$10^{-3}$	exa	E	$10^{18}$

## Satuan SI

Besaran Pokok	Satuan	Simbol
length	metre	m
mass	kilogram	kg
time	second	s
electric current	ampere	A
temperature	Kelvin	K
luminous intensity	candela	cd
plane angle	radian	rad
solid angle	steradian	sr
amount <sup>#</sup>	mole	mol

Besaran Turunan	Satuan	Simbol	Dimensi
energy	joule	J	$\text{kg m}^2 \text{s}^{-2}$
power	watt	W	$\text{J s}^{-1}$
force	newton	N	$\text{J m}^{-1}$
electric charge	coulomb	C	A s
potential difference	volt	V	$\text{J A}^{-1} \text{s}^{-1}$
pressure	pascal	Pa	$\text{N m}^{-2}$
electric resistance	ohm	$\Omega$	$\text{V A}^{-1}$
electric capacitance	farad	F	$\text{A s V}^{-1}$
magnetic flux	weber	Wb	V s
inductance	henry	H	$\text{V s A}^{-1}$
magnetic flux density	tesla	T	$\text{V s m}^{-2}$
luminous flux	lumen	lm	cd sr
illumination	lux	lx	$\text{cd sr m}^{-2}$
frequency	hertz	Hz	$\text{cycle s}^{-1}$

(Sumber: Sorensen, 2007)

### 1.3. Sumber Energi

Ada banyak sumber energi utama dan digolongkan menjadi dua kelompok besar yang dibahas sebagai berikut.

#### 1.3.1 Energi konvensional

Energi Konvensional adalah energi yang diambil dari sumber yang hanya tersedia dalam jumlah terbatas di bumi dan tidak dapat diregenerasi.

Sumber-sumber energi ini akan berakhir cepat atau lambat dan berbahaya bagi lingkungan.

Sumber-sumber energi konvensional tidak dapat tergantikan dalam waktu singkat, itulah mengapa disebut dengan tidak terbarukan. Sumber-sumber energi konvensional tidak ramah lingkungan; karena menimbulkan polusi udara, air, dan tanah yang berdampak kepada penurunan tingkat kesehatan dan standar hidup. Berikut merupakan tabel klasifikasi jenis energi konvensional.

Sumber Energi Konvensional					
Produk Minyak dan minyak bumi			Batu Bara	Gas Alam	Uranium
Bensin	Solar	LPG			
Bahan Bakar Fosil					Bahan Bakar Nuklir
Transportasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transportasi</li> <li>• Produksi listrik: Genset</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Industri</li> <li>• Bahan bakar memasak</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produksi listrik</li> <li>• Industri</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Industri</li> <li>• Bahan bakar memasak</li> <li>• Bahan baku produk umum</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produksi Listrik</li> </ul>

(Sumber: CEI, 2011)

### 1.3.2 Energi terbarukan

Energi terbarukan/*renewable energy* adalah energi yang dihasilkan dari sumber alami yang dapat dihasilkan lagi. Sumber energi ini akan selalu tersedia dan tidak merugikan lingkungan. Energi terbarukan merupakan sumber energi paling bersih yang tersedia di planet ini. Ada beragam jenis energi terbarukan, tetapi tidak semuanya bisa digunakan di daerah-daerah terpencil dan perdesaan. Tenaga surya, tenaga angin, biomassa, dan tenaga air adalah teknologi yang paling sesuai untuk menyediakan energi di daerah-daerah terpencil dan perdesaan. Energi terbarukan lainnya termasuk panas bumi dan energi pasang surut adalah teknologi yang tidak bisa dilakukan di semua tempat. Indonesia memiliki

sumber panas bumi yang melimpah, yakni sekitar 40% dari sumber total dunia (CEI, 2011). Akan tetapi, sumber-sumber ini berada di tempat yang spesifik dan tidak tersebar luas. Adapun penjelasan secara umum jenis-jenis energi terbarukan sebagai berikut.

## Energi Surya



Gambar 1.2 Matahari (Sumber: Pixabay)

Matahari terletak berjuta-juta kilometer dari bumi (149 juta kilometer) akan tetapi menghasilkan jumlah energi yang luar biasa banyaknya. Energi yang dipancarkan oleh matahari yang mencapai bumi setiap menit akan cukup untuk memenuhi kebutuhan energi seluruh penduduk manusia di planet kita selama satu tahun, jika bisa ditangkap dengan benar.

Setiap hari, kita menggunakan tenaga surya, misal untuk mengeringkan pakaian atau mengeringkan hasil panen. Tenaga surya bisa dimanfaatkan dengan cara-cara lain: sel surya (yang disebut dengan sel ‘fotovoltaik’ yang mengonversi cahaya matahari menjadi listrik secara langsung. Pada waktu memanfaatkan energi matahari untuk memanaskan air, panas matahari langsung dipakai untuk memanaskan air yang dipompakan melalui pipa pada panel yang dilapisi cat hitam.



Gambar 1.3 Panel Sel Surya (Sumber: Pixabay)

## Tenaga Air



Gambar 1.4 Bendungan PLTA (Sumber: Pixabay)

Tenaga air adalah energi yang diperoleh dari air yang mengalir atau air terjun. Air yang mengalir ke puncak baling-baling atau baling-baling yang ditempatkan di sungai, akan menyebabkan baling-baling bergerak dan menghasilkan tenaga mekanis atau listrik. Tenaga air sudah cukup dikembangkan dan ada banyak pembangkit listrik tenaga air (PLTA) yang menghasilkan listrik di seluruh Indonesia. Pada umumnya, bendungan dibangun di seberang sungai untuk menampung air di mana sudah ada danau. Air selanjutnya dialirkan melalui lubang-lubang pada bendungan untuk menggerakkan baling-baling modern yang disebut dengan turbin untuk menggerakkan generator dan menghasilkan listrik. Akan tetapi, hampir semua program PLTA kecil di Indonesia merupakan program yang memanfaatkan aliran sungai dan tidak mengharuskan mengubah aliran alami air sungai.

## Tenaga Angin



Gambar 1.5 Turbin Angin (Sumber: Pixabay)

Tenaga angin merupakan energi yang diperoleh dari embusan angin. Pada saat angin bertiup, angin disertai dengan energi kinetik (gerakan) yang bisa melakukan suatu pekerjaan. Contoh, perahu layar memanfaatkan tenaga angin untuk mendorongnya bergerak di air.

Tenaga angin juga bisa dimanfaatkan menggunakan baling-baling yang dipasang di puncak menara, yang disebut dengan turbin angin yang akan menghasilkan energi mekanik atau listrik.

## Biomassa

Biomassa merupakan salah satu sumber energi yang telah digunakan orang sejak dari zaman dahulu kala: orang telah membakar kayu untuk memasak makanan selama ribuan tahun. Biomassa adalah semua benda organik (misal: kayu, tanaman pangan, atau limbah hewan & manusia) dan bisa digunakan sebagai sumber energi untuk memasak, memanaskan, dan pembangkit listrik. Sumber energi ini bersifat terbarukan karena pohon dan tanaman pangan akan selalu tumbuh dan akan selalu ada limbah tanaman.



Gambar 1.6 Limbah Tanaman (Sumber: Pixabay)

## Panas Bumi

Energi panas bumi adalah energi panas yang berasal dari dalam bumi. Pusat bumi cukup panas untuk melelehkan bebatuan. Tergantung pada lokasinya, maka suhu Bumi meningkat satu derajat Celsius setiap penurunan 30 hingga 50 m di bawah permukaan tanah. Suhu Bumi 3000

meter di bawah permukaan cukup panas untuk merebus air. Kadangkadang, air bawah tanah merayap mendekati bebatuan panas dan menjadi sangat panas atau berubah menjadi uap.



Gambar 1.7 PLTPB (Sumber: Pixabay)

Pembangkit listrik tenaga panas bumi (PLTPB) adalah seperti pembangkit listrik tenaga batu bara biasa, hanya tidak memerlukan bahan bakar. Uap atau air panas langsung berasal dari bawah tanah dan menggerakkan turbin yang dihubungkan dengan generator yang menghasilkan listrik. Lubang-lubang dibor ke dalam tanah dan uap atau air panas keluar dari pipa-pipa dialirkan ke pembangkit listrik tenaga panas bumi untuk menghasilkan listrik.

Tenaga panas bumi bersifat terbarukan selama air yang diambil dari Bumi dimasukkan kembali secara terus-menerus ke dalam tanah setelah didinginkan di pembangkit listrik. Tidak banyak tempat di mana PLTPB bisa dibangun, karena perlu menemukan lokasi dengan jenis bebatuan yang sesuai dengan kedalaman di mana memungkinkan untuk melakukan pemoran ke dalam tanah dan mengakses panas yang tersimpan.

