

**POTENSI SUMBER DAYA ALAM  
SEBAGAI SUMBER ENERGI BARU DAN TERBARUKAN  
UNTUK MENDUKUNG PERTAHANAN NEGARA**

***THE POTENCY OF NATURAL RESOURCES  
AS NEW AND RENEWABLE ENERGY SOURCES  
TO SUPPORT STATE DEFENSE***

Ari Fianti  
Puslitbang Sumdahan Balitbang Kemhan  
Jl. Jati No. 1, Pondok Labu, Jakarta  
arifianti1309@gmail.com

**ABSTRAK**

*Sistem penyediaan energi nasional masih berorientasi pada penggunaan energi fosil yang termasuk energi tidak terbarukan (non-renewable energy), padahal volume cadangan energi fosil semakin menipis dan secara paralel kebutuhan akan energi semakin meningkat, berbanding lurus dengan pertumbuhan jumlah penduduk. Proses pembentukan energi fosil memerlukan waktu yang sangat lama, bisa mencapai ribuan bahkan jutaan tahun, sehingga ketergantungan terhadap energi fosil sudah saatnya dikurangi. Hal ini perlu dilakukan secara beriringan dengan diversifikasi energi dengan menciptakan berbagai energi alternatif yang mudah didapat dan dibuat dari berbagai bahan alami (renewable energy/ energi terbarukan). Pengembangan energi baru dan terbarukan (EBT) diarahkan sebagai pelengkap energi fosil melalui bauran energi yang dicanangkan pemerintah mencapai 17% pada tahun 2025. Kebijakan energi ini harus berlandaskan pada ketahanan energi yang pada pengelolaannya bertujuan untuk mewujudkan kedaulatan energi, di mana negara dituntut mampu dalam menentukan dan mengendalikan sumber energi, harga energi, dan distribusi energi. Daerah-daerah dengan aksesibilitas yang sulit (belum terjangkau aliran listrik) sangat potensial untuk pengembangan EBT dengan memanfaatkan SDA sebagai sumber energi dalam memenuhi kebutuhan masyarakat. Pengembangan EBT tersebut merupakan wujud nyata implementasi diversifikasi energi sebagai suatu kebijakan energi menuju sistem energi baru dan terbarukan dalam memenuhi kebutuhan energi masyarakat dan kepentingan pertahanan negara.*

**Kata Kunci:** potensi sumber daya alam, energi baru dan terbarukan, pertahanan negara

**ABSTRACT**

*National energy supply system is still oriented towards the use of fossil energy (non-renewable energy), while the volume of fossil energy reserves is dwindling and the need for energy is increasing as the population grow. The process of fossil energy formation takes a very long duration which can reach thousands or even millions of years, so that the dependence on fossil energy need to be reduced. It has to be done simultaneously with energy diversification by creating a variety of alternative energy that is easily obtained and made of various natural materials (renewable energy). The development of new and renewable energy (EBT) is directed to complement fossil energy by creating energy mix that is targeted by the government to reach 17% by 2025. This energy policy should be based on energy security whose management aims to realize energy sovereignty in which the state is required to be able in determining and controlling the sources of energy, energy prices, and energy distribution. Regions with difficulty in accessing electricity are potential for development of renewable energy by utilizing natural resources. EBT development is a tangible implementation of energy diversification as energy policy towards new and renewable energy systems in meeting the energy needs of society and the interests of national defense.*

**Keywords:** natural resources, new and renewable energy, national defence

PENDAHULUAN

Sistem penyediaan energi nasional masih berorientasi pada penggunaan energi fosil yang merupakan energi tak terbarukan (*non-renewable energy*). Di saat yang bersamaan, volume cadangan energi fosil semakin menipis, sementara kebutuhan akan energi semakin meningkat. Proses pembentukan energi fosil memerlukan waktu yang sangat lama, bisa mencapai ribuan bahkan jutaan tahun, sehingga ketergantungan terhadap energi fosil sudah saatnya dikurangi. Upaya ini harus sejalan dengan upaya diversifikasi energi dengan menciptakan berbagai energi alternatif yang mudah didapat dan dibuat dari berbagai bahan alami, seperti bahan bakar nabati atau *bio fuel*, biosolar, etanol, biogas, berbagai energi yang dihasilkan dari bantuan metabolisme mikrobiologi, serta briket karbon dari arang (tempurung kelapa, limbah kayu, sekam padi, dan sampah padat). Demikian pula berbagai sumber energi yang berasal dari sumber daya alam (SDA), seperti sinar matahari, air, angin, panas bumi, arus, dan gelombang laut.

Pokok permasalahan dalam pengembangan energi baru dan terbarukan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana implementasi diversifikasi energi dapat menjadi suatu kebijakan energi menuju sistem energi terbarukan dengan memanfaatkan SDA untuk mendukung kebutuhan energi masyarakat dan kepentingan pertahanan negara?

2. Bagaimana kemampuan pengelolaan potensi sumber daya alam dan penguasaan teknologi sumber energi terbarukan?

Hipotesis dari penelitian ini, dengan pengembangan energi baru dan terbarukan permasalahan energi dapat teratasi secara bertahap.

TINJAUAN PUSTAKA

Indonesia saat ini masih sangat tergantung pada energi fosil. Hampir 95% dari kebutuhan energi Indonesia masih disuplai oleh energi fosil. Sekitar 50% dari energi fosil tersebut adalah minyak bumi dan sisanya gas dan batubara.

Polemik energi di Indonesia tak pernah selesai. Sampai saat ini belum ada kesepakatan dari semua pemangku kepentingan mengenai pembangunan energi masa depan, sementara cadangan energi fosil sangat terbatas dan laju pertumbuhan konsumsi energi cukup tinggi, berkisar 7% per tahun. Di saat yang bersamaan, stok energi berbasis fosil terus menipis, bahkan diprediksi dalam waktu dekat akan habis total.

Pengembangan energi baru dan terbarukan (EBT) dapat dilakukan dengan diversifikasi energi yang bersumber dari sumber daya alam terbarukan, seperti angin, matahari, tenaga air, biomassa, *bio fuel*, arus, dan gelombang laut. Sumber-sumber energi ini diharapkan dapat menjadi sumber energi pelengkap bahan bakar fosil. Keuntungannya, sumber energi ini tidak pernah habis, ramah lingkungan, dan berkelanjutan.

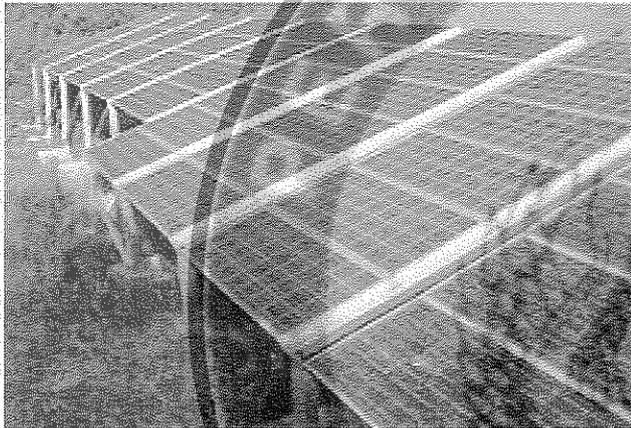
Tabel 1. Sumber Energi Terbarukan di Dunia (dalam exajoule/Tahun)

Sumber Energi	Pemanfaatan Saat Ini	Potensi Teknis	Potensi Teoritis
Energi Air	10,0	50	150
Energi Bayu	0,2	600	6.000
Energi Biomassa	50,0	>250	2.900
Energi Matahari	0,2	>1.600	3.900.000
Energi Laut	-	-	7.400
Energi Panas Bumi	2,0	5.000	140.000.000
<b>Total</b>	<b>62,4</b>	<b>&gt;7.500</b>	<b>&gt;143.000.000</b>

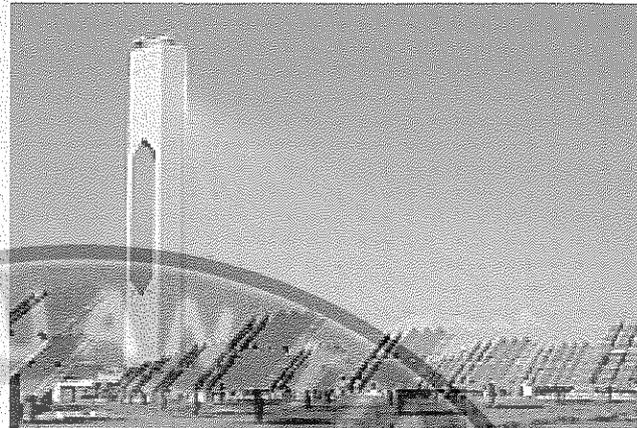
(Sumber; Johanson dkk., 2004)

### Energi Matahari

Yang dimaksud dengan energi matahari/surya adalah energi yang bersumber dari matahari dan dikumpulkan secara langsung dengan menggunakan panel surya (*photovoltaic arrays*) yang mengubah energi cahaya menjadi listrik menggunakan *efek fotoelectric*, dan secara tidak langsung dengan pemusatan energi surya menggunakan sistem lensa atau cermin yang dikombinasikan dengan sistem pelacak untuk memfokuskan energi matahari ke satu titik untuk menggerakkan mesin kalor.



Gambar 1. Panel surya/*solar cell* yang diletakkan pada lahan pertanian



Gambar 2. Pembangkit Listrik Tenaga Surya PS 10, memfokuskan energi matahari ke menara matahari dengan menggunakan rangkaian cermin yang tersebar di sekitarnya

### Energi Angin

Energi angin tergantung pada kecepatan angin. Ketika kecepatan angin meningkat, maka energi keluarannya juga meningkat hingga ke batas maksimal. Untuk pembangunan “ladang angin”, wilayah dengan angin yang kuat dan konstan seperti lepas pantai dan dataran tinggi biasanya diutamakan.

Tabel 2. Kriteria Penggolongan Turbin Angin.

Dasar Kriteria	Penggolongan		
	Kapasitas terpasang	Kecil (Max 10kW)	Menengah 10kW-25kW
	Mikro (Max 100 W)	Mini 100W-10kW	
Posisi sumbu	Horizontal Axes Wind Converter	Vertical Axes Wind Converter	
Soliditas	Soliditas tinggi	Soliditas Rendah	
Pengoperasian	Stand alone	<i>On-Grid</i>	

### Tenaga Air (*Hydro Power*)

Air yang mengalir dapat digunakan untuk memutar turbin yang mendorong proses mekanis untuk memutar generator sebagai penghasil listrik.

Energi air dimanfaatkan dalam bentuk:

1. bendungan pembangkit listrik;
2. mikrohidro yang dibangun untuk membangkitkan listrik hingga skala 100 kilowatt, dan umumnya dipakai di daerah terpencil yang memiliki banyak sumber air;
3. *run-of-the-river* yang dibangun dengan memanfaatkan energi kinetik dari aliran air tanpa membutuhkan *reservoir* air yang besar.

Tabel 3. Penggolongan Jenis-Jenis PLTA.

Dasar Kriteria	Penggolongan				
Tinggi Jatuhan	Head tinggi 50m/100m/ Antara 100-2000m	Head menengah Antara 15-50m/ Antara 10-100m/ Antara 20-100m.			Head rendah <15m atau <10m atau <20m.
Kapasitas Terpasang	Besar >100MW	Menengah Antara 100 Dan 1MW	Kecil <1Mw Atau 10Mw	Mini Antara 1MW Dan 100kW	Mikro <100kW
Topografi	PLTA di hulu, PLTA Waduk	PLTA di tengah. PLTA aliran sungai Dan PLTA waduk		PLTA di hilir PLTA aliran sungai	
Pemanfaatan	PLTA hanya untuk Pembangkit listrik	PLTA dengan Beragam pemanfaatan		PLTA untuk pemanfaatan lain/ dengan tujuan lain. Pembangkit listrik Adalah tujuan Sekunder	
Pengoperasian	1. Stand Alone		2. On-Grid		
	PLTA aliran sungai ( <i>Run-of-the-river</i> )	PLTA Waduk (dam)		PLTA Waduk Berpompa ( <i>Pumped storage</i> )	

Sumber: Giesecke dan Mosonyi (2003), Boyle (2004), Kaltscmitt dkk (2003), OECD/IEA (2003), Rebhan (2002) dalam Rahmawan Budiarto (2011).

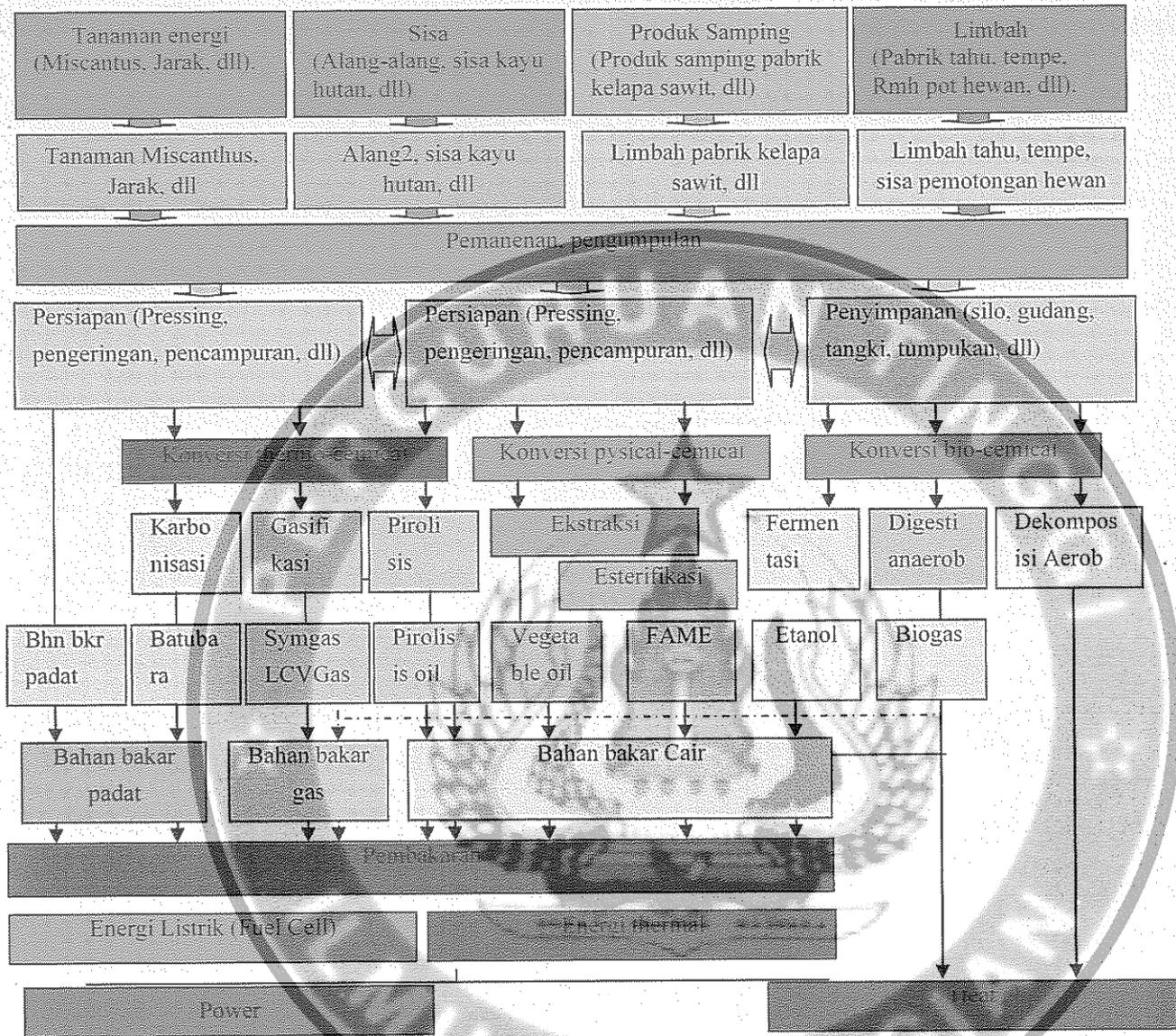
### Energi Biomassa

Biomassa dapat digunakan langsung sebagai bahan bakar atau untuk memproduksi bahan bakar jenis lain, seperti biodiesel, bioetanol, atau biogas. Biomassa berbentuk biodiesel, bioetanol, dan biogas dapat dibakar dalam mesin pembakaran atau pendidih secara langsung dengan kondisi tertentu.

Ada tiga bentuk penggunaan biomassa, yaitu dalam bentuk padat, cair, dan gas. Secara umum ada dua metode dalam memproduksi biomassa, yaitu dengan menumbuhkan organisme penghasil biomassa dan menggunakan bahan sisa hasil industri pengolahan makhluk hidup.

#### 1. Bahan bakar bio cair

Bahan bakar bio cair biasanya berbentuk bioalkohol seperti metanol, etanol, dan biodiesel. Biodiesel dapat digunakan pada kendaraan diesel modern dengan sedikit atau tanpa modifikasi dan dapat diperoleh dari limbah sayur, minyak hewani, serta lemak. Pengembangan bioetanol tergantung potensi setiap daerah, misalnya jagung, gula bit, tebu, dan beberapa jenis rumput yang dibudidayakan untuk menghasilkan bioetanol. Adapun biodiesel dihasilkan dari tanaman atau hasil tanaman yang mengandung minyak (kelapa sawit, kopra, biji jarak, alga) dan telah melalui ber-bagai proses.



Sumber: R achmawan Budiarto (2011) diolah dari Kaltschmitt dkk., (2007).

Gambar 3. Pemanfaatan Biomassa.

2. Biomassa padat

Penggunaan langsung biomassa padat biasanya dalam bentuk padatan yang mudah terbakar, baik kayu bakar atau tanaman yang mudah terbakar. Pembuatan briket biomassa juga menggunakan biomassa padat. Bahan bakunya berupa potongan atau serpihan biomassa padat mentah atau yang telah melalui proses tertentu, seperti pirolisis, untuk meningkatkan persentase karbon dan mengurangi kadar airnya.

3. Biogas

Biogas sangat mudah dihasilkan dari berbagai limbah industri, seperti produksi kertas, produksi gula, kotoran hewan peternakan, dan sebagainya. Berbagai limbah tersebut harus

diencerkan dengan air dan dibiarkan secara alami berfermentasi sehingga menghasilkan gas metana. Residu dari aktivitas fermentasi ini adalah pupuk organik yang kaya nitrogen, karbon, dan mineral.

**Hydrogen**

Hydrogen memiliki potensi yang luar biasa sebagai sumber bahan bakar dan energi, tetapi teknologi yang dibutuhkan untuk mewujudkan potensi ini masih dalam tahap awal. Hydrogen adalah elemen paling umum di bumi, tapi hidrogen di alam selalu ditemukan dalam kombinasi dengan unsur lain, misalnya pada air, dua per tiganya adalah hidrogen yang bersenyawa dengan oksigen. Setelah dipisahkan dari unsur-unsur lain, hidrogen

dapat digunakan untuk menggerakkan kendaraan, menggantikan gas alam untuk pemanasan dan memasak, dan menghasilkan listrik.

### Energi Panas Bumi

Energi panas bumi berasal dari peluruhan radioaktif di pusat bumi yang membuat bumi panas dari dalam, serta dari panas matahari yang membuat panas permukaan bumi. Ada tiga cara pemanfaatan panas bumi:

1. Sebagai tenaga pembangkit listrik dan digunakan dalam bentuk listrik.
2. Sebagai sumber panas yang dimanfaatkan secara langsung menggunakan pipa ke perut bumi.
3. Sebagai pompa panas yang dipompa langsung dari perut bumi.

Panas bumi adalah suatu bentuk energi panas atau energi termal yang dihasilkan dan disimpan di dalam bumi. Energi panas bumi berasal dari energi hasil pembentukan planet (20%) dan peluruhan radioaktif dari mineral (80%).

Energi panas bumi merupakan pilihan tepat, mengingat 40% potensi panas bumi dunia ada di Indonesia, sehingga energi tersebut harus dimanfaatkan dan dikembangkan.

### Energi Samudera

Lautan menyediakan beberapa bentuk energi terbarukan, dan masing-masing didorong oleh kekuatan yang berbeda. Energi dari gelombang laut dan pasang-surut dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan listrik. Energi termal laut dari panas yang tersimpan dalam air laut juga dapat diubah menjadi listrik.

Meskipun pada masa sekarang energi laut memerlukan teknologi yang mahal dibandingkan dengan sumber energi terbarukan lainnya, tapi laut tetap penting sebagai sumber energi potensial untuk masa depan.

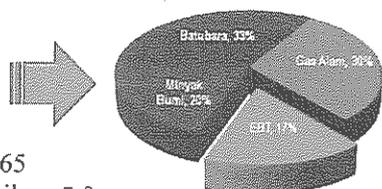
### Kebijakan Energi

UU No. 30 Tahun 2007 tentang Energi menjelaskan bahwa sumber daya energi merupakan kekayaan alam yang berdasarkan Pasal 33 UUD 1945 adalah kekayaan alam yang “dikuasai negara dan dipergunakan untuk sebesar-besarnya kemakmuran rakyat.” Selain itu, peranan energi sangat penting artinya bagi peningkatan kegiatan ekonomi dan ketahanan nasional, sehingga pengelolaan energi yang meliputi penyediaan, pemanfaatan, dan pe-ngusahaannya harus dilaksanakan secara berkeadilan, berkelanjutan, optimal, dan terpadu.

Kebijakan energi nasional menurut UU No. 30 Tahun 2007 Pasal 11 Ayat (1) meliputi ketersediaan energi untuk kebutuhan nasional, prioritas pengembangan energi, pemanfaatan sumber daya energi nasional, dan cadangan penyangga energi nasional. Implementasinya meliputi dua kegiatan, yaitu:

1. Konservasi energi dengan tujuan meningkatkan efisiensi penggunaan energi pada sisi permintaan (*demand side*) dan pemanfaatan yang arahnya konkret adalah penghematan, di antaranya pada sektor industri, transportasi, rumah tangga, dan komersial.
2. Diversifikasi energi dengan tujuan meningkatkan pangsa energi baru dan terbarukan dalam bauran energi nasional (*supply side*), di antaranya (1) energi baru yang terdiri atas batubara tercairkan (*liquified coal*), gas metana batubara (*coal bed methane*), batubara tergasakan (*gasified coal*), nuklir, hidrogen, dan metana yang lain; (2) energi terbarukan yang terdiri atas panas bumi, aliran dan terjunan air (hidro), bio energi, sinar matahari, angin, serta gerakan dan perbedaan suhu lapisan laut.

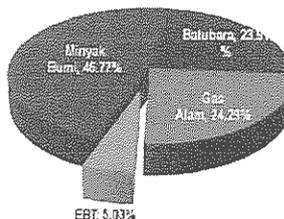
KONDISI SAAT INI  
TAHUN 2012



Elastisitas Energi = 1,65  
Pangsa Energi Nonfossil ≈ 5 %

Sumber: Kementerian ESDM (2012)

TARGET TAHUN 2025  
PERPRES No. 5/2006



Elastisitas Energi kurang dari 1 pada 2025  
Mengoptimalkan sumber Energi Baru dan Energi Terbarukan

Gambar 4. Target Bauran Energi Primer Nasional

Kebijakan energi ini harus berlandaskan pada ketahanan energi yang pada pengelolaannya bertujuan untuk mewujudkan kedaulatan energi, di mana negara dituntut mampu dalam menentukan dan mengendalikan sumber energi, harga energi, dan distribusi energi. Faktor penting dalam kedaulatan energi adalah kemandirian energi dan ketahanan energi. Dalam hal ketahanan energi, negara dituntut untuk mampu merespons di-namika perubahan energi global (eksternal) dan menjamin ketersediaan energi dengan harga yang wajar (internal). Adapun kemandirian energi menuntut negara untuk memenuhi aspek-aspek (1) ketersediaan (*availability*), yaitu kemampuan untuk memberikan jaminan pasokan energi (*security of supply*); (2) aksesibilitas (*accessibility*), yaitu kemampuan untuk mendapatkan akses terhadap energi (*infrastructure availability*); (3) keterjangkauan (*affordability*), yaitu kemampuan untuk menjangkau harga (keekonomian) energi (*capability to pay*).

#### METODE PENELITIAN

Menurut Whitney (1960), metode deskriptif adalah pencarian fakta dengan interpretasi yang tepat, di mana fakta yang didapat dari lapangan

dihadapkan dengan permasalahan dan dianalisis secara mendalam, serta dibandingkan dengan berbagai teori dan referensi, sehingga mampu menghasilkan kesimpulan yang dapat dijadikan rekomendasi implementatif. Di samping itu, berbagai potensi yang ada akan diuji dan dianalisis dengan metode SWOT.

#### Teknik Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui *focus discussion group* (FGD) dengan para pakar di bidang energi, observasi ke instalasi pengembangan energi, dan wawancara mendalam (*indepth interview*) dengan para informan kunci yang terdiri atas para pejabat Dinas ESDM/Dinas TAMBEN pada lokasi penelitian, yaitu Yogyakarta, Bali, Lampung, Samarinda, dan Makasar.

#### Teknik Pengolahan/Teknik Analisis Data

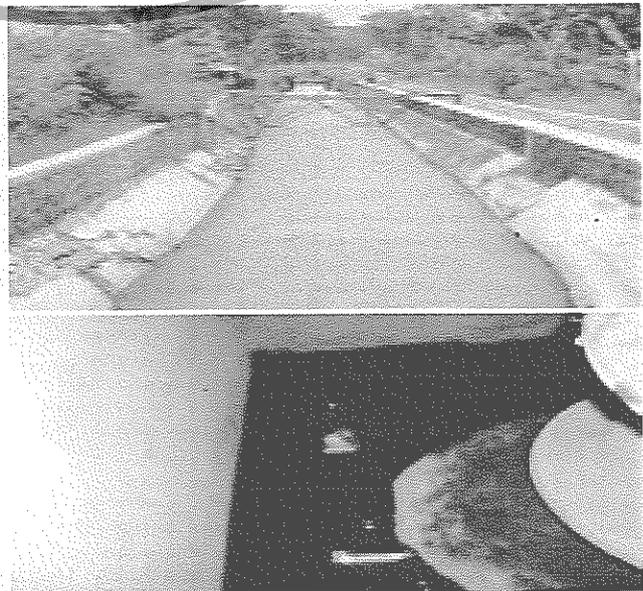
Data penelitian yang diperoleh dari lapangan selanjutnya diolah dan dianalisis dengan pendekatan deskriptif analitis secara sistematis. Analisis ini dikuatkan dengan berbagai tabulasi data dan statistik deskriptif.

#### HASIL PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian dilakukan pada beberapa daerah/lokus yang sudah ditetapkan.

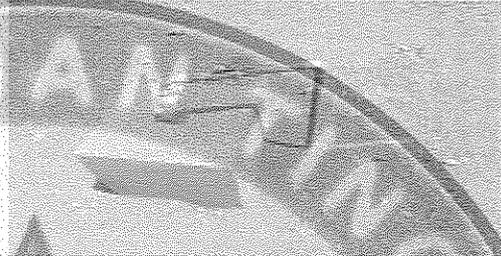
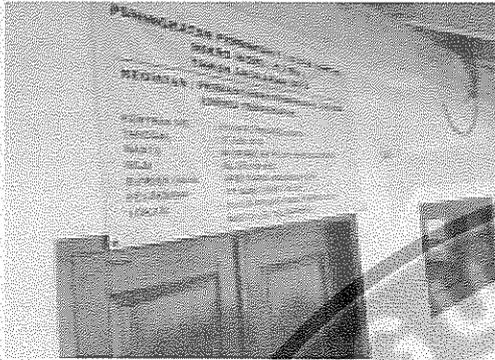
#### Yogyakarta

##### 1. Pembangkit Tenaga Listrik *Micro Hydro* (PLTMH).



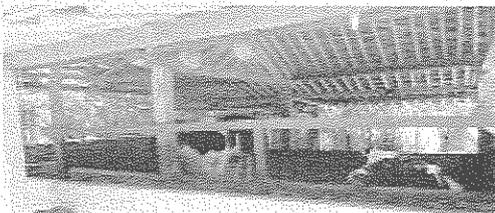
Gambar 5. PLTMH dengan memanfaatkan saluran irigasi

2. Pembangkit Listrik Tenaga *Micro Hydro* (PLTMH) Dusun Kedungrong.

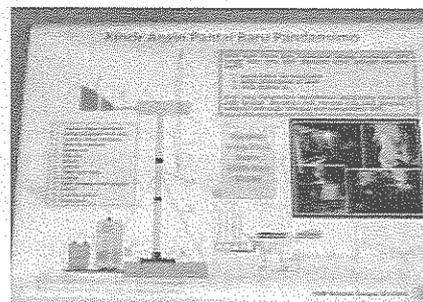


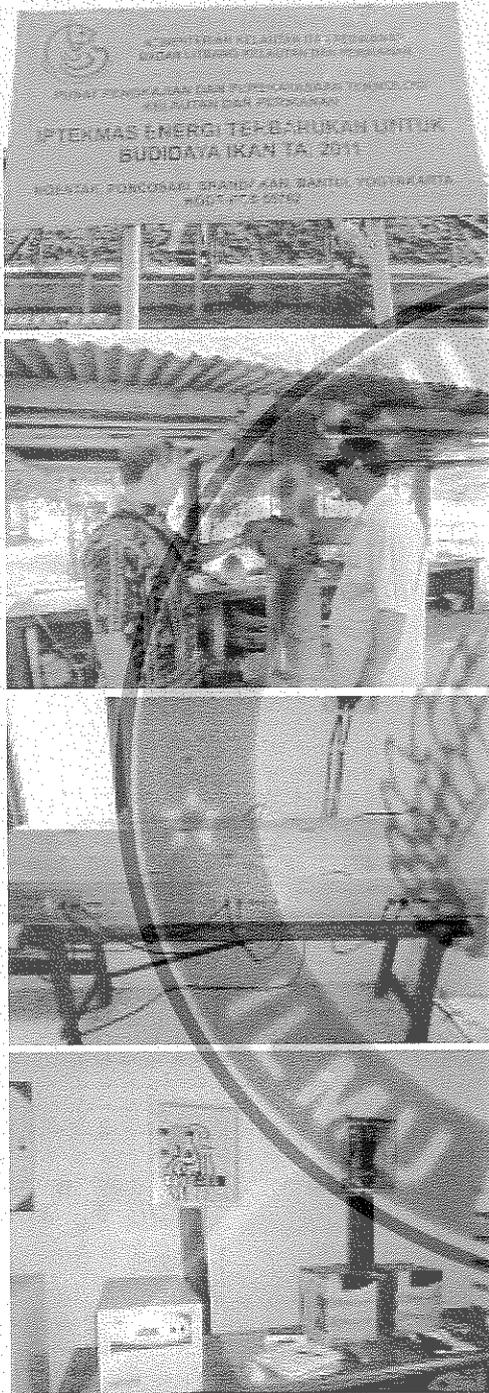
Gambar 7. Digester biogas dengan memanfaatkan kotoran ternak sapi di Desa Umbulharjo, Cangkringan, Sleman, Provinsi DI Yogyakarta

3. Biogas sebagai *pilot project* Desa Mandiri Energi di Desa Umbulharjo, Kecamatan Cangkringan.

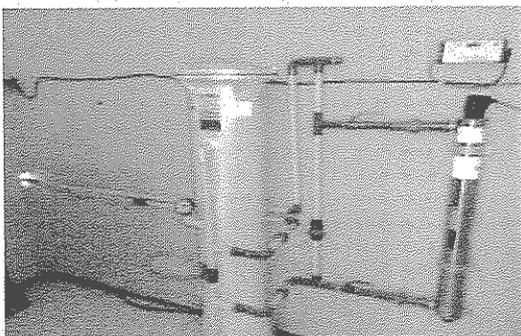


4. Pembangkit Tenaga Listrik Hybrid (kombinasi antara PLT Matahari dan PLT Bayu/Angin di Pantai Baru, Bantul, Yogyakarta).





Gambar 8. PLT Hybrid (tenaga bayu dan tenaga matahari) berikut kelengkapannya di Ngencak, Pongcosari, Srandakan, Bantul, Yogyakarta.



Gambar 9. Pemanfaatan hasil dari PLT Hybrid (tenaga bayu dan tenaga matahari) di Ngencak, Pongcosari, Srandakan Bantul Yogyakarta

**Bali**

Sumber daya alam yang potensial dan dapat dikembangkan sebagai sumber energi baru dan terbarukan di Provinsi Bali di antaranya:

1. Biogas binaan LSM Rumah Biru di Klungkung, Kusamba, Provinsi Bali.





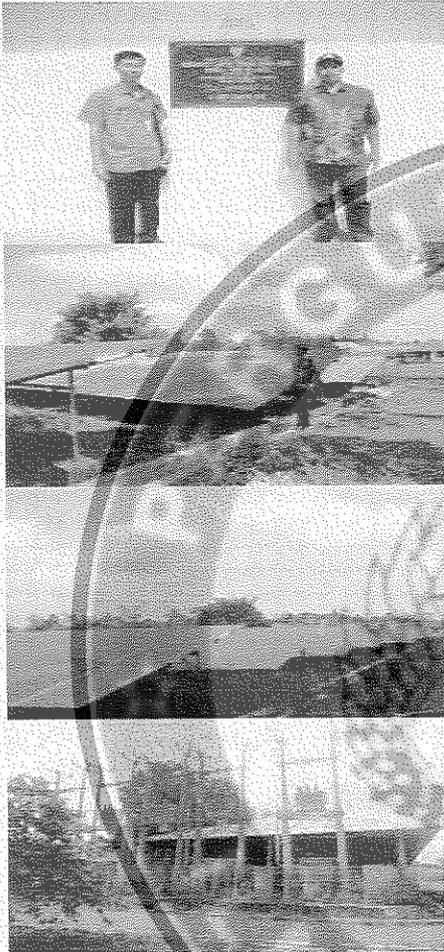
Gambar 10. Digester biogas dengan memanfaatkan kotoran ternak sapi di Desa Klungkung, Kusamba, Provinsi Bali.

2. Pembangkit Listrik Tenaga *Micro Hidro* (PLTMH) memanfaatkan aliran air sungai di Desa Bakas Sekawan, Klungkung, Kecamatan Banjarakan dengan kapasitas pembangkit listrik 60 KW (60.000 Watt) dengan turbin tipe vertikal dan generator (dinamo) buatan Italia.



Gambar 11. PLTMH dengan memanfaatkan aliran sungai di Desa Bakas Sekawan, Klungkung, Kecamatan Banjarakan, Provinsi Bali.

3. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Desa Banklet, Bangli, Kintamani, dengan kapasitas 1 Mg Watt *on-Grid* menyuplai PLN.



Gambar 12. PLTS *on-Grid* di Desa Banklet, Bangli, Kintamani, Provinsi Bali.

**Samarinda**

Provinsi Kalimantan Timur sudah mengembangkan energi baru dan terbarukan melalui program-program pemerintah dengan memberikan bantuan dari APBN dan APBD.



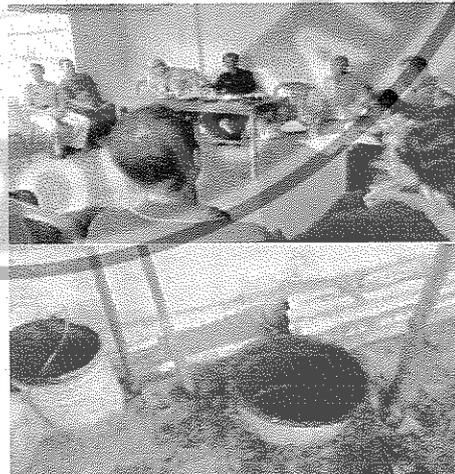
Gambar 13. FGD di Balitbangda Provinsi Kalimantan Timur.

**Lampung**

Provinsi Lampung memiliki banyak potensi SDA yang dapat dikembangkan sebagai sumber energi baru dan terbarukan (EBT), di antaranya:

1. Biogas

EBT berbasis biogas di Provinsi Lampung, kapasitas digester 4-6 m<sup>3</sup> limbah kotoran sapi, dengan diameter digester 180 cm dan kedalaman 2 m.



Gambar 14. Biogas pada masyarakat Kelompok Tani Sejahtera di Desa Lumbang Pakan, Lingkungan IV RT 016/RW 004, Kelurahan Bandar Jaya Timur, Kecamatan Terbangi Besar, Kabupaten Lampung Tengah.

2. PLTMH di Pekon Airbakoman, Kecamatan Pulau Panggung, Kabupaten Tanggamus, Provinsi Lampung. Turbin untuk menggerakkan *genset* (dinamo) berkapasitas 3.000 sampai 7.500 Watt.



Gambar 15. Inovasi PLTMH ciptaan Bapak Dori dengan Turbin Tipe Horizontal di Pekon Airbakoman, Kecamatan Pulau Pangung, Kabupaten Tanggamus, Provinsi Lampung.



Gambar 16. Pengembangan biogas dengan tipe digester sederhana di Desa Sri Rejeki, Kecamatan Negeri Katon, Lampung Selatan.

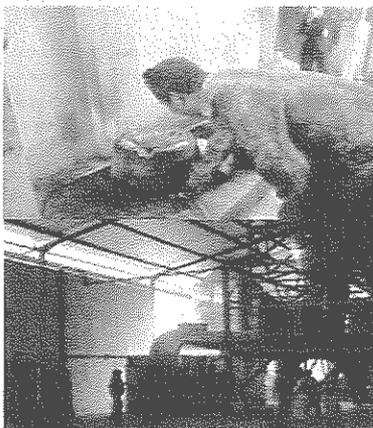
#### Makassar

Provinsi Sulawesi Selatan sudah mengembangkan EBT melalui program-program pemerintah dengan memberikan bantuan dari APBN dan APBD.

1. Biogas berbasis kotoran ternak di Desa Bulu Saukang, Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan.



3. Biogas di Industri Tepung Tapioka Rakyat (ITTARA) Lampung Selatan. Digester yang digunakan adalah tipe yang sangat sederhana, namun memiliki kapasitas yang sangat besar, dengan ukuran panjang 50 m, lebar 40 m, serta kedalaman 7 m.



Gambar 17. Pengembangan biogas berbasis kotoran ternak di Desa Bulu Saukang, Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan.

2. PLTS di Desa Samalewa, Kecamatan Bungoro, Kabupaten Pangkajene Kepulauan (Pangkep), Provinsi Sulawesi Selatan, dengan kapasitas 1 Mwp *on-Grid* dengan 5004 modul *solar cell* dan 20 *inverter*.



Gambar 18. PLTS *On-Grid* di Desa Samalewa, Kecamatan Bungoro, Kabupaten Pangkajene Kepulauan (Pangkep), Provinsi Sulawesi Selatan.

#### Analisis

Dari hasil pengumpulan data melalui *focus group discussion* (FGD), wawancara mendalam dengan para pejabat Dinas ESDM, dan observasi di lapangan, dapat diinventarisasi dan diidentifikasi beberapa faktor internal dan eksternal yang berpengaruh terhadap pengembangan energi baru dan terbarukan (EBT) dengan memanfaatkan sumber daya alam (SDA).

Tabel 4. Analisis Pemilihan Faktor Prioritas.

NO	URAIAN	U	S	G	TOTAL	Prioritas
1	2	3	4	5	6	7
1.	<b>KEKUATAN (STRENGTHS)</b>					
	a. S1 Luas Wilayah	2	5	2	9	IV
	b. S2 Potensi SDA	5	3	5	13	I
	c. S3 Jumlah Penduduk	4	2	3	9	III
	d. S4 Keragaman SDA	3	4	4	11	II
	e. S5 Peraturan Perundangan	1	1	1	3	V
2.	<b>KELEMAHAN (WEAKNESSES)</b>					
	a. W1 Topografi	5	5	4	14	I
	b. W2 Tingkat Pendidikan	4	4	5	13	II
	c. W3 Penguasaan Teknologi	2	2	3	7	III
	d. W4 Distribusi Energi	1	1	2	4	V
	e. W5 Kebijakan	3	3	1	7	IV
3.	<b>PELUANG (OPPORTUNITIES)</b>					
	a. O1 Biaya Produksi Rendah	5	3	3	11	II
	b. O2 Menghemat Devisa	1	2	4	7	IV
	c. O3 Kebutuhan Energi Masyarakat	4	5	2	11	III
	d. O4 Kompetitif	3	4	5	12	I
	e. O5 Kerja sama EBT	2	1	1	4	V
4.	<b>ANCAMAN (THREATS)</b>					
	a. T1 Ketergantungan Teknologi	5	3	4	12	II
	b. T2 Embargo	3	4	3	10	III
	c. T3 Isu Lingkungan Hidup	4	5	5	14	I
	d. T4 Pembatalan Kerja Sama	1	1	2	4	V
	e. T5 Ego Sektoral (Institusi)	2	2	1	5	IV

Selanjutnya, dibuat perhitungan. Untuk memperoleh faktor kunci keberhasilan, perlu dilakukan pembobotan semua elemen yang ada pada faktor kekuatan, kelemahan, peluang, dan ancaman. Dalam menentukan bobot faktor digunakan matriks urgensi faktor internal maupun urgensi faktor eksternal sebagai berikut.

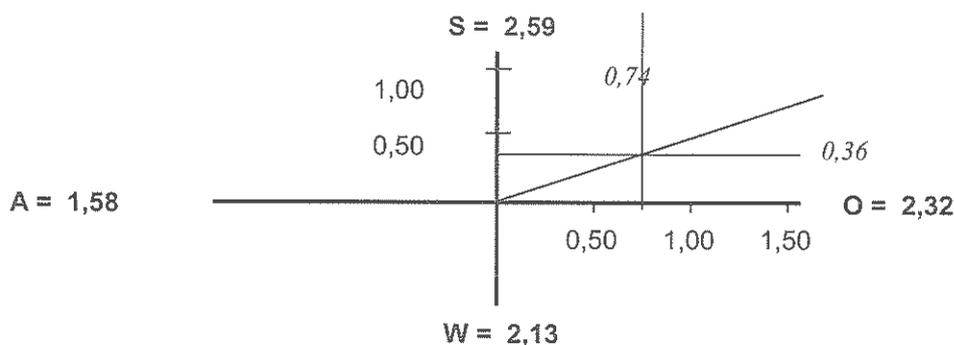
Tabel 5. Analisis Matriks Urgensi Faktor Internal.

NO	Faktor Internal Kekuatan (Strengths)	Faktor yang lebih Urgen										Jlh	Bbt
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	S1	X	2	1	4	1	1	7	1	9	10	4	8,9%
2	S2	2	X	2	4	5	2	7	8	9	2	4	8,9%
3	S3	1	2	X	4	5	3	7	3	3	10	3	6,7%
4	S4	4	4	4	X	5	4	4	4	9	4	7	15,6%
5	S5	1	5	5	5	X	5	7	5	9	5	6	13,3%
Kelemahan (Weaknesses)													
6	W1	1	2	3	4	5	X	7	8	6	10	1	2,2%
7	W2	7	7	7	4	7	7	X	8	9	10	5	11,1%
8	W3	1	8	3	4	5	8	8	X	8	10	4	8,9%
9	W4	9	9	3	9	9	6	9	8	X	10	5	11,1%
10	W5	10	2	10	4	5	10	10	10	10	X	6	13,3%
JUMLAH											45	100%	

Tabel 6. Analisis Matriks Urgensi Faktor Eksternal.

NO	Faktor Eksternal Peluang (Opportunities)	Faktor yang lebih Urgen										Jlh	Bbt
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	O1	X	2	1	4	5	1	7	8	1	1	4	8,9%
2	O2	2	X	2	4	5	2	7	8	9	2	4	8,9%
3	O3	1	2	X	4	5	3	7	3	9	3	3	6,7%
4	O4	4	4	4	X	5	4	4	4	4	10	7	15,6%
5	O5	5	5	5	5	X	6	7	5	9	5	6	13,3%
Ancaman (Threats)													
6	T1	1	2	3	4	6	X	7	8	6	10	2	4,4%
7	T2	7	7	7	4	7	7	X	8	9	10	5	11,1%
8	T3	8	8	3	4	5	8	8	X	8	10	5	11,1%
9	T4	1	9	9	4	9	6	9	8	X	10	4	8,9%
10	T5	1	2	3	10	5	10	10	10	10	X	5	11,1%
JUMLAH											45	100%	

Dari hasil perhitungan dengan langkah-langkah yang telah ditentukan, lalu dilakukan penilaian dan pemilihan faktor kunci keberhasilan. Selanjutnya, dibuat peta kekuatan organisasi.



Gambar 19. Analisis Peta Strategi Organisasi.

Berdasarkan hasil perhitungan (Gambar 19), terlihat bahwa peta kekuatan organisasi berada pada kuadran I yang berarti Strategi yang digunakan adalah Strategi Agresif atau Strategi SO (*Strenghts for Opportunities Strategy*). Menurut Prof. Dr. Budiman CHR, M.A., strategi agresif ini berada pada posisi bintang, yang berarti organisasi bersifat ekspansif (berorientasi kepada pengembangan usaha/kegiatan) agar tujuan dapat diraih secara optimal.

Setelah diketahui strateginya, maka dapat disusun matriks SWOT dengan menyusun suatu formulasi strategi yang mengintegrasikan faktor internal dan faktor eksternal sebagai faktor kunci keberhasilan (FKK).

Berdasarkan formulasi strategi SWOT, terdapat empat strategi utama yang perlu dikembangkan untuk mempercepat tercapainya optimalisasi pendayagunaan sumber daya nasional (terutama SDA) dalam pengembangan energi baru dan terbarukan:

1. Optimalkan potensi SDA dengan keragamannya melalui kerja sama pengembangan EBT untuk memenuhi kebutuhan masyarakat akan energi dan kesiapan komponen pendukung pertahanan negara.
2. Wujudkan penguasaan teknologi melalui kerja sama dalam rangka pengembangan EBT dengan memanfaatkan potensi SDA untuk memenuhi kebutuhan masyarakat akan energi dan kesiapan komponen pendukung pertahanan negara.
3. Optimalkan potensi SDA dengan keragamannya dalam kerja sama pengembangan EBT untuk memenuhi kebutuhan masyarakat akan energi dan kesiapan komponen pendukung pertahanan negara melalui penyempurnaan peraturan perundangan.
4. Tingkatkan kualitas pendidikan SDM dan penguasaan teknologi dalam menghadapi tekanan politik luar negeri, isu lingkungan hidup, dan pembatalan kerja sama dalam pengembangan EBT.

Keempat strategi ini digunakan sebagai bahan acuan dalam upaya pengembangan energi baru dan terbarukan dengan memanfaatkan potensi SDA dalam rangka kesiapan komponen pendukung pertahanan negara.

## Pengembangan Energi Baru dan Terbarukan (EBT)

Indonesia saat ini masih sangat tergantung pada energi fosil. Hampir 95% dari kebutuhan energi masih disuplai oleh energi fosil. Sekitar 50% dari energi fosil tersebut berupa minyak bumi, sisanya gas dan batubara. Penggunaan bahan bakar fosil tiap tahun semakin meningkat, bahkan jauh melampaui prediksi pemerintah. Subsidi BBM yang selama ini diberikan juga belum mencapai sasaran yang tepat.

Energi fosil yang berupa minyak bumi tidak hanya dikonsumsi oleh individu/perserangan dan rumah tangga, tetapi juga industri, baik industri kecil, menengah, maupun industri berskala besar. Diperkirakan industri-industri berskala besar yang mengonsumsi energi minyak paling besar. Indonesia sepertinya belum siap untuk berganti dari kebiasaan mengonsumsi energi fosil ke energi alternatif. Oleh sebab itu, dibutuhkan sebuah terobosan untuk benar-benar menggalakkan pemakaian energi baru dan terbarukan dalam memenuhi kebutuhan energi nasional.

Potensi SDA dengan keragamannya dapat dimanfaatkan secara optimal dalam pengembangan EBT sebagai energi alternatif. Hal ini erat kaitannya dengan regulasi atau kebijakan pengembangan EBT yang diarahkan pada daerah-daerah terpencil, terutama daerah-daerah yang belum teraliri energi listrik (aksesibilitasnya sulit).

Teknologi pembangkit listrik biogas sebagai hasil pengembangan EBT sebenarnya sudah ada di Indonesia, salah satunya di PTPN V Kebun Tandun, Kabupaten Kampar, Riau. Limbah cair buangan pabrik kelapa sawit tersebut kini sudah mampu menghasilkan listrik berdaya 1 MW. Listrik yang dihasilkan pembangkit biogas dipakai untuk menyuplai hampir 50% kebutuhan pabrik minyak inti kelapa sawit (*palm kernel oil/ PKO*) yang terletak di samping pabrik kelapa sawit dan selebihnya digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik masyarakat.

Potensi listrik dari biogas ini sangat luar biasa. Di Provinsi Riau saja terdapat 170 pabrik CPO yang limbahnya dibuang begitu saja. Apabila limbah tersebut dimanfaatkan untuk pembangkit

listrik biogas dengan daya masing-masing 1 MW, niscaya tersedia daya listrik tambahan sebesar 170 MW. Adapun di seluruh Indonesia diperkirakan terdapat 700 pabrik CPO yang siap menghasilkan energi listrik tambahan ramah lingkungan sebesar 700 MW. Dengan keberadaan pabrik CPO yang umumnya terdapat di pelosok ini, desa-desa terpencil akan lebih mudah teraliri listrik tanpa menunggu pembukaan jaringan baru oleh PLN.

Di samping itu, masih banyak potensi biogas skala kecil yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi masyarakat, seperti di Desa Umbulharjo, Kecamatan Cangkringan, Kab. Sleman, yang sebagian besar warganya adalah petani yang rata-rata memiliki 2-3 ekor ternak sapi. Kotoran ternak-ternak tersebut berpotensi dijadikan penghasil biogas. Pada tahun 2013 dinas ESDM Provinsi DI Yogyakarta membuat program pembangunan 20 unit digester biogas. Program ini dilanjutkan dengan membangun 20 unit digester lagi pada tahun 2014 sebagai bantuan untuk tiap-tiap kepala keluarga. Digester ini memiliki kapasitas 6 m<sup>3</sup> limbah kotoran ternak, dengan biaya pembuatan Rp 8.000.000,-/digester/KK, lengkap dengan peralatan lainnya, seperti paralon, stopkran, alat ukur volume gas, dan kompor biogas. Dinas ESDM Provinsi D.I. Yogyakarta bekerja sama dengan LSM Rumah Biru dan HIVOS (LSM dari Belanda) yang bertindak sebagai pendamping dan pembina serta memberikan pelatihan atau TOT (*transfer of technology*) kepada masyarakat. Desa ini oleh Pemerintah Provinsi DI Yogyakarta dicanangkan sebagai *pilot project* Desa Mandiri Energi.

Teknologi pembangkit listrik biogas sebenarnya merupakan suatu teknologi fermentasi dengan memanfaatkan mikrobiologi bakteri pengurai limbah organik. Teknologi ini suatu saat akan menjadi teknologi unggulan, mengingat limbah organik diyakini akan menjadi primadona energi masa mendatang tatkala sumber energi fosil semakin menipis di alam.

Pengembangan EBT berbasis biogas dapat dilakukan sejalan dengan program Sarjana Masuk Desa (SMD) dan program Swasembada Daging yang dicanangkan oleh Pemerintah RI melalui Kementerian Pertanian (Kementan). Program-program tersebut dapat berjalan secara bersamaan

dan saling mendukung. Misalnya, Swasembada Daging melalui "Program Pembibitan (*Breeding*) 2 juta Ekor Sapi" dengan memberikan dua ekor indukan sapi bunting kepada setiap kepala keluarga (KK) petani disertai dengan penyediaan satu set digester biogas dan pendampingan oleh satu orang sarjana peternakan setiap satu kelompok (20 kepala keluarga). Dengan demikian, dalam waktu satu tahun hasil yang didapat adalah bertambahnya populasi sapi menjadi 4 juta ekor, terdiri atas 2 juta anak sapi dan 2 juta indukan, 1 juta keluarga petani sejahtera, 100.000 orang sarjana yang mendapat pekerjaan (mengurangi tingkat pengangguran), dan penghematan pemakaian gas sebanyak 126 juta kg (42 tabung/tahun x 3 kg x 1 juta KK). Hasil sampingan dari biogas yang berupa lumpur (*sludge*) masih bisa dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai pupuk organik untuk tanaman, baik dalam bentuk padat maupun cair.

Selain pembangkit listrik biogas, yang juga dapat dikembangkan adalah Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH). PLTMH merupakan sumber EBT yang cukup murah dan menggunakan teknologi yang mudah dikuasai. Salah satu PLTMH yang sudah ada terdapat di Desa Bakas Sekawan, Klungkung, Kecamatan Banjarakan. PLTMH ini dikembangkan oleh *Levi Elephant Adventure* dan memiliki kapasitas pembangkit listrik 60 KW (60.000 Watt) dengan turbin tipe vertikal buatan Bandung dan generator (dinamo) buatan Italia. Listrik yang dihasilkan oleh PLTMH ini digunakan sebagai sumber energi listrik pada *Levi Elephant Adventure*.

Selain di Desa Bakas, terdapat pula satu PLTMH di Pekon Airbakoman, Kecamatan Pulau Panggung, Kabupaten Tanggamus, Provinsi Lampung. PLTMH ini merupakan impian dari Bapak Dori yang sangat merindukan aliran listrik masuk ke desa tempat tinggalnya. Ide tersebut timbul setelah setiap hari beliau mengamati aliran sungai dan berpikir untuk memanfaatkan aliran air sebagai tenaga untuk memutar dinamo. Realisasinya diawali dengan membuat sebuah kincir air memanfaatkan roda pedati untuk menggerakkan dinamo sebagai penghasil listrik bagi kebutuhan sendiri dan masyarakat sekitar. Inovasi ini dikembangkan terus-menerus, hingga tercipta PLTMH dengan menggunakan turbin penggerak tipe horizontal berbagai ukuran. Turbin

yang diciptakan oleh Bapak Dori terdiri atas berbagai tipe, di antaranya untuk menggerakkan *genset* (dinamo) berkapasitas 3.000 Watt sampai dengan untuk menggerakkan dinamo berkapasitas 7.500 Watt. Saat ini turbin sudah dipasarkan dalam skala kecil tergantung pesanan, dengan difasilitasi oleh Dinas Pertambangan dan Energi setempat. Namun demikian, turbin penggerak ciptaan Bapak Dori tersebut selama ini belum dilindungi oleh Hak Kekayaan Intelektual (HAKI).

Pengembangan EBT lainnya adalah Pembangkit Tenaga Listrik Hybrid (kombinasi PLT Surya dan PLT Bayu/Angin), yang ada di Pantai Baru, Bantul, Yogyakarta. PLT Hybrid ini merupakan bantuan dari Kementerian Kelautan dan Perikanan bekerja sama dengan LAPAN dan Dinas ESDM Provinsi DI Yogyakarta. PLT Hybrid ini merupakan *pilot project* masyarakat mandiri energi Provinsi DI Yogyakarta, yang menyuplai energi listrik untuk penerangan, menggerakkan pompa air, dan memproduksi es batu untuk kebutuhan warung-warung kuliner/restoran di sepanjang Pantai Baru Pandansimo. Selain mendapatkan suplai energi, masyarakat juga mendapatkan pelatihan pemeliharaan instalasi pembangkit serta mendapatkan transfer teknologi dari LAPAN selaku penanggung jawab teknis.

Potensi EBT berikutnya adalah PLT Surya *on-Grid* (PLTS *on-Grid*) dengan kapasitas 1 MW. PLTS *on-Grid* yang sudah dibangun di antaranya dua instalasi di Bali, yang salah satunya terletak di Desa Banklet, Bangli, Kintamani; satu instalasi di Makassar, yaitu PLTS *on-Grid* di Desa Samalewa, Kecamatan Bungoro, Kabupaten Pangkajene Kepulauan (Pangkep), Provinsi Sulawesi Selatan; satu instalasi di Sumbawa; satu instalasi di Nusa Tenggara. Permanaftaan PLTS *on-Grid* diutamakan untuk menyuplai kebutuhan listrik masyarakat, selebihnya untuk menyuplai PLN.

Pengembangan EBT dengan memanfaatkan SDA yang terdapat di masing-masing daerah diharapkan terus dilakukan secara bertahap dan merata. Dengan dilakukannya pengembangan ini, diharapkan kecemburuan sosial yang terjadi pada tatanan kehidupan sosial masyarakat dapat direduksi, sehingga konflik sosial dapat diredam.

### Implikasi terhadap Pertahanan Negara

Melimpahnya SDA yang terdapat di Indonesia serta keanekaragamannya merupakan modal yang sangat besar untuk melaksanakan pengembangan EBT sebagai sumber energi dalam memenuhi kebutuhan masyarakat dan kebutuhan pertahanan negara. Mengingat potensi SDA di Indonesia cukup besar, maka pengembangan EBT perlu dilakukan secara bertahap dan berkelanjutan, terutama pada daerah-daerah yang sulit dijangkau jaringan listrik, agar pemenuhan kebutuhan listrik bagi masyarakat di daerah-daerah tersebut dapat terpenuhi.

Bila potensi SDA dan keanekaragamannya dapat didayagunakan secara optimal, maka harapan untuk mendukung kepentingan pertahanan negara dalam jangka waktu yang lebih lama, baik dalam waktu damai maupun dalam waktu darurat, akan lebih mungkin untuk diwujudkan. Terpenuhinya kebutuhan masyarakat akan energi melalui pengembangan EBT dengan memanfaatkan SDA merupakan wujud nyata dari komponen pendukung pertahanan negara.

Melalui pengembangan EBT berdasarkan potensi SDA di masing-masing wilayah, diharapkan kebutuhan masyarakat akan energi, baik energi listrik maupun energi lain, seperti bahan bakar minyak (BBM) nabati, bahan bakar gas (BBG) biogas, dapat terpenuhi. Dengan demikian, program penghematan (efisiensi) bahan bakar yang bersumber dari energi fosil dapat dilakukan dan hasil dari efisiensi tersebut dapat dialokasikan sebagai cadangan materiil strategis untuk diprioritaskan penggunaannya kepada Alutsista pada saat kritis.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Indonesia memiliki potensi SDA sebagai sumber EBT yang sangat beragam.
2. Pengembangan EBT dapat dilakukan berdasarkan potensi SDA yang ada pada masing-masing wilayah.
3. Pengembangan EBT secara bertahap dan berkelanjutan dapat memenuhi kebutuhan masyarakat akan energi.
4. Pengembangan EBT berbasis biogas dapat diselaraskan dengan program-program pemerintah lain, seperti program Sarjana Masuk Desa dan Swasembada Daging.
5. Pengembangan EBT berbasis tenaga surya (*photovoltaic*) dapat dikembangkan di pulau-pulau terluar dan wilayah perbatasan RI.
6. Pengembangan EBT merupakan wujud implementasi diversifikasi energi sebagai suatu kebijakan energi menuju sistem EBT dalam memenuhi kebutuhan energi masyarakat dan kepentingan pertahanan negara.
7. Penguasaan teknologi dalam pengembangan EBT dapat dilakukan melalui transfer teknologi (TOT) dengan melibatkan LSM sebagai pendamping dan pembimbing masyarakat bekerja sama dengan Kementerian ESDM.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Chester, L. (2010). Conceptualising energy security and making explicit its polysemic nature, *Energy Policy* 38(2), pp. 887-895.
2. Environmental summits: an evolving agenda. (2003). *Jour. Of Environment, Development and Sustainability* 5.
3. Whitney, F. L. (1960). *The Elements of Research*. New York: Prentice Hall.
4. IEA. (2013). *Southeast Asia Energy Outlook*.
5. Creswell, J. W. (1993). *Research Design: Qualitative & Quantitative Approach*. London: Sage.
6. Najam, A., Cleveland, C. J. (t.t.). *Energy and Sustainable Development at Global*.
7. UU Nomor 30 Tahun 2007 tentang Energi.
8. UU Nomor 3 Tahun 2002 tentang Pertahanan Negara.
9. Neuman, W. L. (2003). *Social research methods: qualitative & quantitative approach*. London: Sage.