

Potensi Energi Terbarukan di Provinsi Lampung Untuk Mewujudkan Kemandirian Energi

Retno Wahyudi¹, Muhammad Irsyad^{2,*}

¹Mahasiswa Magister Teknik Mesin Universitas Lampung

²Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lampung

*E-mail korespondensi: muhammad.irsyad@eng.unila.ac.id

Abstrak. Konsumsi energi listrik di provinsi Lampung meningkat setiap tahunnya seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan pertambahan penduduk. Sementara itu cadangan energi fosil sebagai bahan bakar pembangkit listrik mengalami penurunan. Untuk mengurangi ketergantungan dengan energi fosil dan mengimbangi peningkatan konsumsi energi listrik ini perlu di kembangkan energi listrik alternatif yang bersumber dari energi terbarukan. Provinsi Lampung memiliki potensi yang besar untuk energi terbarukan yang berasal dari geothermal, biomassa, matahari, dan air. Penelitian ini menggunakan teknik pengumpulan data terkait dari potensi energi terbarukan di provinsi Lampung. Dari data tersebut dilakukan perhitungan potensi energi listrik yang bisa di produksi di provinsi lampung. Dari hasil pengolahan data beberapa sumber energi terbarukan, maka pembangkit listrik bersumber energi terbarukan yang sangat potensial dikembangkan di provinsi Lampung adalah geothermal dengan potensi energi listrik 2.825 Mwe dan baru dimanfaatkan sebesar 5,8%. Energi biomassa juga potensial dikembangkan karena banyak limbah industri pengolahan hasil pertanian dan limbah pertanian lainnya. Khusus untuk daerah-daerah terpencil yang sulit dijangkau oleh jaringan listrik PLN di provinsi Lampung dapat dialiri listrik dengan mengembangkan pembangkit listrik dari energi terbarukan berbasis potensi daerah tersebut seperti: mikro hidro, biogas, sel surya, dan biomassa. Dengan sistem ini rasio elektrifikasi 100% untuk provinsi Lampung dapat dicapai.

Kata kunci: Energi terbarukan, Geothermal, Biomassa, Sel surya, Lampung

PENDAHULUAN

Indonesia adalah salah satu negara dengan pertumbuhan tercepat di dunia dalam hal konsumsi energi. Hal ini didorong oleh pembangunan ekonomi yang kuat, dan pertumbuhan penduduk. Indonesia merupakan pengguna energi terbesar di Asia Tenggara (ASEAN), Antara tahun 2000 dan 2014, konsumsi energi di Indonesia meningkat hampir 65%. Provinsi Lampung merupakan salah satu propinsi di pulau Sumatra bagian barat Indonesia yang kebutuhan listriknya sebagian besar di penuhi oleh PT. PLN (persero). Berdasarkan data BPS (2017), Seiring kebutuhan listrik, pada tahun 2015 mencapai 2.208.138 kW, sementara listrik yang terjual sebesar 266.028.405 kWh. Jumlah pelanggan listrik dari setiap tahunnya mengalami peningkatan dengan rata-rata peningkatan setiap tahun adalah 7,7%. Dari tahun 2012 sampai 2015. Untuk melayani kebutuhan listrik seluruh wilayah di provinsi Lampung dengan PT PLN dengan 21 rayon yang ada, mampu nilai produksi listrik sebesar 34.912.537 kW.

TABEL 1. Penggunaan Energi Listrik Di Provinsi Lampung (BPS, 2017)

NO	Kabupaten/Kota	2012	2013	2014	2015
1	Lampung Barat	69464	76048	65217	68188
2	Tanggamus	83058	92626	98669	104554
3	Lampung Selatan	179594	197167	209617	220827
4	Lampung Timur	171065	188622	199462	209481
5	Lampung Tengah	208316	227172	238511	252340
6	Lampung Utara	109296	122048	132091	136770
7	Way Kanan	66514	79564	88043	94488
8	Tulang Bawang	66372	84460	90173	94312
9	Pesawaran	64649	70765	75451	80644
10	Pringsewu	68189	76136	89077	83831
11	Mesuji	32128	46678	49087	49245
12	Tulang Bawang Barat	40786	47340	47961	48501
13	Pesisir Barat				
14	Bandar Lampung	192918	212397	226849	243535
15	Metro	37365	41011	14788	45813
Total Lampung		1389714	1562034	1614996	1732529

Energi fosil berupa minyak bumi semakin menipis. Ketergantungan negara-negara di dunia merupakan faktor utama semakin menipisnya cadangan minyak bumi. Hal ini disebabkan meningkatnya ekonomi dan pertumbuhan penduduk sejalan dengan meningkatnya konsumsi energi. Selain itu juga disebabkan oleh meningkatnya jumlah kendaraan transportasi dan semakin banyaknya pabrik / manufaktur yang menggunakan energi fosil sehingga mengakibatkan cadangan minyak bumi semakin menipis. Terbatasnya sumber energi fosil menyebabkan perlunya pengembangan energi terbarukan dan konservasi energi yang disebut pengembangan energi hijau. Yang dimaksud dengan energi terbarukan di sini adalah energi non-fosil yang berasal dari alam dan dapat diperbaharui. Bila dikelola dengan baik, sumber daya itu tidak akan habis.



Terkait dengan kebijakan penggunaan energi terbarukan pemerintah mengeluarkan Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 79 Tahun 2014 Pada Pasal 11 ayat 2 yang menjelaskan tentang prioritas pengembangan energi nasional yakni: memaksimalkan penggunaan energi terbarukan dengan memperhatikan tingkat keekonomian, meminimalkan penggunaan minyak bumi, memanfaatkan pemanfaatan gas bumi dan energi baru, serta menggunakan batu bara sebagai andalan pasokan energi nasional. Pada PP ini diatur tentang kebijakan energi nasional dengan target pencapaian energi baru dan energi terbarukan paling sedikit 23% pada tahun 2025 dan pada tahun 2050 paling sedikit 31%. Pada tahun 2025 peran minyak bumi kurang dari 25% dan pada tahun 2050 menjadi kurang dari 20%, Pada tahun 2025 peran batubara minimal 30% dan pada tahun 2050 minimal 25%, Pada tahun 2025 peran gas bumi minimal 22% dan pada tahun 2050 minimal 24%.

Potensi energi terbarukan di provinsi Lampung sangatlah melimpah mulai dari panas bumi dan biomassa, untuk panas bumi terdapat di daerah ulu belu sedangkan biomassa Lampung memiliki banyak agroindustri yang cukup besar. "Sebut saja Great Giant Pineapple (GGP), Umas Jaya, Gunung Madu Plantations (GMP), dan beberapa pabrik milik PTPN VII. Kesemuanya itu adalah penyumbang limbah agroindustri besar mulai dari sawit, nanas, tebu, dan tapioka (singkong), dan limbah agro industry tersebut belum termanfaatkan dengan baik. Untuk energi air laut potensi provinsi Lampung masih tergolong kecil dibandingkan daerah timur Indonesia.

POTENSI ENERGI TERBARUKAN

Potensi energi terbarukan di provinsi Lampung sangat besar seperti: energi surya, energi air, energi panas bumi, energi biomassa, energi angin dan energi laut. Beberapa potensi energi terbarukan di Lampung akan diuraikan pada pembahasan berikut ini.

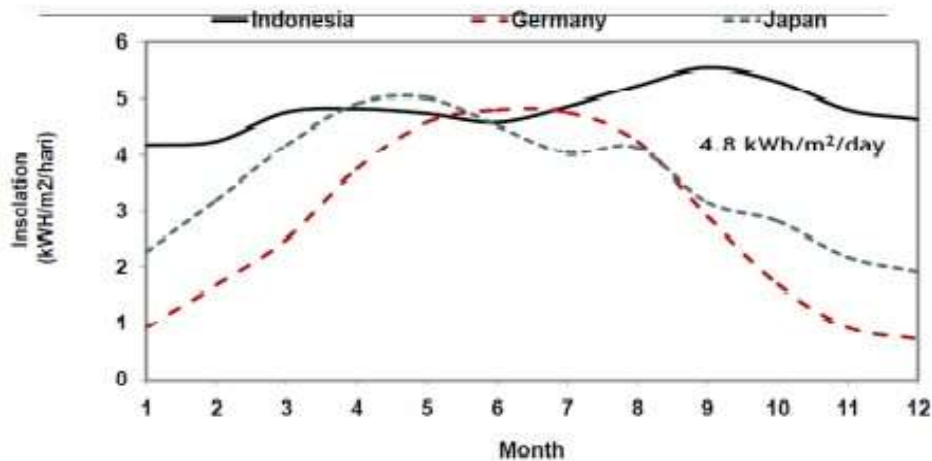
Energi Surya

Energi surya merupakan energi yang potensial dikembangkan di Indonesia khususnya Lampung, mengingat Indonesia merupakan negara yang terletak di daerah khatulistiwa dengan energi yang dapat dibangkitkan rata-rata adalah $4,8 \text{ kWh/m}^2/\text{hari}$. Intensitas penyinaran matahari cenderung stabil setiap bulannya seperti diperlihatkan pada Gambar 1. Oleh karena itu energi surya memiliki keunggulan-keunggulan dibandingkan dengan energi fosil, diantaranya Sumber energi yang mudah didapatkan, ramah lingkungan, Sesuai untuk berbagai macam kondisi geografis, instalasi, pengoperasian dan perawatan mudah, Listrik dari energi surya dapat disimpan dalam baterai. Sel surya atau photovoltaic disingkat PV sebagai salah satu peralatan yang digunakan untuk mengkonversi energi surya menjadi energi listrik. PV memiliki efisiensi berkisar antara 6% - 20% (Dubey dkk. 2013).

Pembangkit listrik tenaga surya sangat cocok untuk memnuhi daerah-daerah terpencil yang sulit terjangkau oleh jaringan PLN dengan kebutuhan yang sedikit. Dengan PV 100 Wp yang memiliki ukuran panjang 1,085 m dan lebar 0,65 m, maka untuk luasan tertentu akan diperoleh energi listrik yang diinginkan. Selain untuk menghasilkan listrik energi surya dapat digunakan untuk penering

Energi Air

Potensi pembangkit listrik tenaga air dan mikro hidro yang tersebar di seluruh Indonesia dengan total perkiraan 75.000 MW. Namun, hanya sekitar 9% dari potensi yang dieksploitasi dalam bentuk pembangkit listrik skala besar dan pembangkit listrik skala kecil. Khusus dalam skala kecil, penerapan pembangkit listrik tenaga mikro hidro di Indonesia dimulai pada tahun 2005 sebesar 0,45 MW. pada tahun 2006 dan 2007, meningkat menjadi 0,69 MW. Salah satu strategi pemerintah Indonesia untuk menggunakan energi terbarukan menambahkan kapasitas menjadi 20 MW dari pembangkit listrik tenaga air di wilayah Timur Indonesia dan juga dari pembangkit listrik mini hidro, 21 MW di Jawa-Bali, 11 MW di Sumatra, dan 18 MW untuk bagian Timur Indonesia. Beberapa konstruksi pembangkit listrik tenaga air 13,9 MW di bagian timur Indonesia yaitu Siteba 3 x 2,5 MW, Tombolo Pao 2 MW, Taludaa 3 MW, Segara 1 MW dan mikro hidro Lokomboro 0,4 MW, sedangkan di provinsi Lampung tersendiri baru tahun 2018 mulai dilakukan pemasangan dan kapasitas yang terpasang 56,0 Mw. Perencanaan pengembangan energi listrik dari tenaga air di Lampung yakni mulai dari kapasitas 56 MW di tahun 2018 dan direncanakan menjadi 83 MW di tahun 2025, seperti diperlihatkan pada Tabel 2.



Gambar 1. Grafik Distribusi Penyinaran di Indonesia (Widayana, 2012).

Tabel 2. Data pembangkit listrik tenaga air yang terpasang di masing-masing provinsi di Indonesia (ESDM, 2017)

Provinsi	Total Kapasitas Terpasang PLTA Pertahun (MW)										
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Aceh	2,4	2,4	12,4	110,4	128,4	128,4	187,4	187,4	318,4	318,4	1573,4
Sumatera Utara	922,5	967,5	967,5	967,5	1204,0	1211,5	1211,5	1241,5	1916,5	1916,5	2269,8
Riau	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	76,4
Kepulauan Riau	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sumatera Barat	254,2	254,2	254,2	254,2	254,2	254,2	254,2	306,2	306,2	395,2	395,2
Jambi	-	-	-	-	-	-	-	175,0	350,0	350,0	370,7
Bengkulu	248,0	248,0	248,0	269,0	269,0	269,0	269,0	296,5	321,5	321,5	348,5
Sumatera Selatan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bangka Belitung	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lampung	-	-	-	56,0	56,0	56,0	56,0	83,0	83,0	83,0	83,0

Energi Angin

Proses pemanfaatan energi angin dilakukan melalui dua tahapan konversi energi yakni: aliran angin akan menggerakkan rotor (baling baling) yang menyebabkan rotor berputar selaras dengan angin yang bertiup, kemudian putaran dari rotor dihubungkan dengan generator. Dari generator inilah dihasilkan arus listrik. Jadi proses tahapan konversi energi bermula dari energi kinetik angin menjadi energi gerak rotor kemudian menjadi energi listrik. Besarnya energi listrik yang dihasilkan dipengaruhi oleh beberapa faktor di antaranya adalah sebagai berikut:

1. Rotor (kincir), rotor turbin sangat bervariasi jenisnya, diameter rotor akan berbanding lurus dengan daya listrik. Semakin besar diameter semakin besar pula listrik yang dihasilkan, dilihat dari jumlah sudut rotor (baling-baling), sudut dengan jumlah sedikit berkisar antara 3 - 6 buah lebih banyak digunakan.
2. Kecepatan angin, kecepatan angin akan mempengaruhi kecepatan putaran rotor yang akan menggerakkan generator.
3. Jenis generator, generator terbagi dalam beberapa karakteristik yang berbeda, generator yang cocok untuk Sistem Konversi Energi Angin (SKEA) adalah generator yang dapat menghasilkan arus listrik pada putaran rendah.

Potensi pembangkit listrik tenaga angin di Lampung termasuk kelompok yang kurang potensial dibandingkan daerah lainya di Indonesia dan termasuk kelompok *marginal* (... , 2016). berikut adalah tabel potensi tenaga angin di Indonesia.

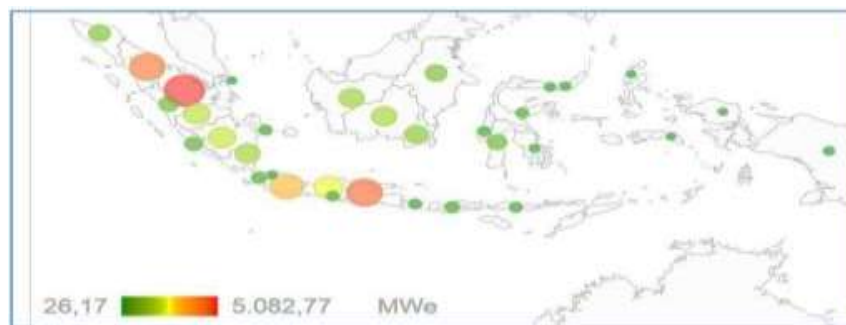
Listrik yang dihasilkan dari Sistem Konversi Energi Angin akan bekerja optimal pada siang hari dimana angin berhembus cukup kencang dibandingkan dengan pada malam hari, sedangkan penggunaan listrik biasanya akan meningkat pada malam hari. Untuk mengantisipasinya sistem ini sebaiknya tidak langsung digunakan untuk keperluan produk-produk elektronik, namun terlebih dahulu disimpan dalam satu media seperti baterai atau aki sehingga listrik yang keluar besarnya stabil dan bisa digunakan kapan saja. Dalam pengembangan pembangkit energi bayu provinsi Lampung direncanakan akan membangun pembangkit listrik pada tahun 2022 dengan kapasitas 5,9 MW, seperti diperlihatkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Data pembangkit listrik tenaga udara yang akan di pasang di Sumatera (ESDM, 2017).

Provinsi	Total Kapasitas Terpasang PLTBayu Per Tahun (MW)										
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Aceh	-	-	-	-	-	-	-	13,3	21,3	32,4	32,4
Sumatera Utara	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Riau	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kepulauan Riau	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sumatera Barat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jambi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bengkulu	-	-	-	-	-	-	-	10,4	17,6	27,8	27,8
Sumatera Selatan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bangka Belitung	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	9,1	9,1
Lampung	-	-	-	-	-	-	-	5,9	12,4	22,2	22,2

Energi Biomassa

Perkebunan dan pertanian merupakan sektor bisnis yang sangat berkembang di Indonesia, hal tersebut menunjukkan potensi yang cukup tinggi untuk memenuhi sumber bahan baku pembuat biomassa. Menurut DITJEM EBTKE, KEMJEN ESDM tahun 2013, telah memetakan potensi penghasil biomassa dari berbagai sector yang ada di Indonesia, dari peta tersebut dapat dilihat daerah mana saja yang memiliki potensi paling tinggi, sehingga dapat dijadikan lokasi produksi energi biomassa yang lebih efisien. Lampung termasuk daerah yang potensial menghasilkan energi biomassa, seperti diperlihatkan pada Gambar 2. Salah satu potensi energi biomassa adalah dari perkebunan kelapa sawit dengan produksi 166.217,61 Ton/th. Selain biodiesel yang dihasilkan dari produk kelapa sawit, energi listrik dapat dibangkitkan dari limbah biomassa seperti: cangkang sawit dan tandan kosong sawit.



Gambar 2. Peta Potensi Biomassa dari berbagai sumber di Indonesia (Virgana, 2018)

Energi Panas Bumi

Potensi energi geothermal Lampung terletak di daerah ulubelu, geothermal Ulubelu terletak di desa Pagar alam dan Muaradua, sekitar 45 km dari distrik Talangpadang atau sekitar 125 km dari kota Bandar Lampung. Pembangkit listrik mulai beroperasi pada tahun 2012, dan dioperasikan oleh dua perusahaan PLN dan PGE. Saat ini total listrik yang dihasilkan adalah 165 MW oleh PLN sementara uap diproduksi oleh PGE. Suhu uap yang dihasilkan rata-rata 265 ° C dengan entalpi rata-rata 1160 kJ / kg Pembangkit listrik tenaga panas bumi Ulubelu terdiri dari tiga unit, Ulubelu unit-1, unit 2 dan unit 3. Pada 2017, unit 4 ulubelu berencana untuk beroperasi dengan 55 MW.

Tabel 4. Pembangkit panas bumi di Indonesia

Lokasi	Unit	Kapasitas Total
Sibayak	Monoblok 2 MW. Unit-2-3, 2 × 5 MW	12 MW
Ulubelu	Unit-1-3; 3 × 55 MW	165 MW
Salak	Unit-1-3, 3 × 60 MW. Unit 4-6 3 × 65.6 MW	377 MW
Wayang Windu	Unit-1: 110 MW Unit 2: 117 MW	227 MW
Patuha	Unit 1: 55 MW	55 MW
Kamojang	Unit-1: 30 MW Unit 2-3: 2 × 55 MW Unit 4: 60 MW Unit 5: 35 MW	235 MW
Darajat	Unit-1: 55 MW Unit-2: 94 MW Unit 3: 121	270 MW
Dieng	1 × 60 MW	60 MW
Lahendong	Unit 1-6: 6 × 20 MW	120 MW
Ulumbu	Unit 1-4: 4 × 2.5 MW	10 MW
Mataloko	2.5 MW	2.5 MW
Total		1533.5 MW

Gunung Rajabasa atau dikenal dengan nama lain gunung rajobaso merupakan salah satu gunungapi strato di Indonesia dengan klasifikasi tipe B. Gunung Rajabasa terletak di wilayah kecamatan Penengahan dan kecamatan Kalianda Kabupaten Lampung Selatan Propinsi Lampung, dengan posisi geografis puncak terletak pada 05o47'00" LS dan 105o37'05" BT. Gunung Rajabasa memiliki dua puncak yaitu puncak gunung Balerang dan puncak Rajabasa dengan ketinggian 1281 m dpl (Rajabasa) dan 1181 (Balerang), selain itu memiliki empat kawah yaitu kawah puncak, Keberadaan kawah sebagai manifestasi geothermal menjadi salah satu parameter penting adanya potensi geothermal di daerah tersebut. Berdasarkan data geologi regional gunung rajabasa terletak pada perpotongan sesar dengan arah barat laut–tenggara dan timur laut-barat daya). Kedua sesar regional tersebut yang di tafsirkan sebagai jalur aliran hidrothermal ke permukaan. Di gunung Rajabasa direncanakan dibangun pembangkit dengan kapasitas 91 MW (Pambudi, 2018).

Energi Surya

Energi laut merupakan alternatif energi terbaru dan termasuk sumber daya non hayati yang memiliki potensi besar untuk dikembangkan di Indonesia. Selain menjadi sumber pangan, laut juga mengandung aneka sumber daya energi yang perannya akan semakin signifikan dalam mengantisipasi berkurangnya pasokan energi konvensional. Diperkirakan potensi energi kelautan mampu memenuhi empat kali kebutuhan listrik dunia, sehingga di berbagai negara maju telah di pengembangannya berjalan dengan baik dalam skala penelitian maupun komersialnya. Gerakan gelombang di laut dapat menjangkau jarak hingga ratusan kilometer dengan hanya mengalami sedikit pengurangan energi. Teknologi pemanfaatan dan konversi energi menjadi energi listrik dengan menggunakan berbagai jenis turbin, seperti: turbin aksial, turbin piston dan lain-lain. Perairan Lampung termasuk memiliki potensi untuk dikonversi menjadi energi listrik yang merupakan perpanjangna dari perairan barat Bengkulu dengan kapasitas minimum 30753,68 W dan maksimum 1968235 W, seperti diperlihatkan pada Tabel 5.

DISKUSI

Provinsi Lampung mempunyai potensi terhadap energy baru dan terbarukan di setiap energi, baik itu, energy surya, biomass, panas bumi, air, angin, dan energi air laut. Maka perlunya perhatian pemerintah untuk mengurangi penggunaan bahan bakar fosil perlu di imbangi dengan adanya program pemerintah terhadap kepedulian energy terbarukan di provinsi lampung karena investasi teknologi EBT masih tinggi akibat komponen domestic untuk teknologi ini masih sangat minim. Hal ini menyebabkan nilai EBT tidak kompetitif dibandingkan energy fosil. Potensi enrgi terbarukan provinsi Lampung diperlihatkan pada Tabel 6. Energi geothermal merupakan salah satu yang sangat potensial dikembangkan ke depannya. Selain itu energi dari biomassa juga dapat dikembangkan secara optimal baik oleh industri pengolahan hasil perkebunan, maupun limbah biomassa masyarakat. Energi surya, dan mikro hidro sangat cocok untuk membantu peningkatan rasio elektrifikasi propvinsi Lampung dengan membangun di daerah-daerah terpencil

Tabel 5. Hasil perhitungan daya yang dapat dibangkitkan (Utami, 2015)

No	Lokasi	Potensi Energi gelombang laut (J)		Periode Gelombang (s)		Daya (Watt)	
		min	maks	min	maks	min	Maks
1	Perairan utara Aceh	3129,494	764036,6	1,59	3,97	1968,235	480526,2
2	Perairan barat Aceh hingga Sumatera Utara	10562,05	859437,3	1,94	4,05	6642,796	540526,6
3	Perairan barat Sumatera Barat	25035,96	1073416	2,25	4,2	15745,88	675104,7
4	Perairan barat Bengkulu hingga Lampung	25035,96	2683150	2,25	4,89	15745,88	1687516
5	Selat Sunda	10562,05	1921901	1,94	4,63	6642,796	1208742
6	Perairan selatan Banten hingga Jawa Barat	48898,35	3129494	2,51	5,02	30753,68	1968235
7	Perairan selatan Jawa Tengah	48898,35	3129494	2,51	5,02	30753,68	1968235
8	Perairan selatan Jatim	48898,35	3129494	2,51	5,02	30753,68	1968235
9	Perairan selatan Bali hingga NTB	25035,96	1320255	2,25	4,35	15745,88	830349,3
10	Laut Sawu	25035,96	1073416	2,25	4,2	15745,88	675104,7
11	Laut Timor	25035,96	859437,3	2,25	4,05	15745,88	540526,6

Tabel 6. Potensi Energi Terbarukan di Provinsi Lampung

No	Energi Terbarukan	Potensi energi
1	Energi Surya	112.000 gWp
2	Energi Biomass	592,00 Limbah
3	Energi Panas Bumi	Ulubelu 165 MW + Gunung Rajabasa 91MW Total 256 MW
4	Energi Air	56,0 MW pada tahun 2018
5	Energi Angin	22,2 MW
6	Energi Air Laut	1687516 W

KESIMPULAN

Potensi Energi Baru Terbarukan di Provinsi Lampung: Lampung mempunyai potensi energi panas bumi yang bisa dijadikan pembangkit sebanyak 165 MW dari Ulubelu dan ditambah potensi dari gunung rajabasa sebesar 91 MW, Potensi limbah biomassa menjadi listrik sangat besar terutama dari limbah sawit menghasilkan 592,00 ton/jam. Untuk EBT: 1) Energi air-potensi pemanfaatan energi air di Provinsi Lampung sebesar 56,0 MW pada tahun 2018 sampai dengan tahun 2025 ditargetkan mencapai 83,0 MW K; 2)Energi Gelombang Laut-Provinsi Lampung mempunyai potensi teoritis energi air laut sebesar 1687516 W; 3) Energi Angin-berpotensi menyediakan daya sebesar 22.2 MW ditargetkan sampai tahun 2025; 5) Energi Surya-sebagai negara tropis dengan matahari yang bersinar sepanjang tahun, mempunyai daya sebesar 112.000 gWp

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan termia kasih pada Fakultas Teknik yang telah mendanai penelitian ini pada skema penelitian Hibah Penelitian DIPA senior Fakultas Teknik Universitas Lampung Tahun 2018.

DAFTAR PUSTAKA

- Berbnr, S., Loffler, F. (1994) Pulse jet cleaning of rigid ceramic barriers filters separating hard and brown coal fly ashes at high temperature, *Proceeding of the 11th International Pittsburgh Coal Conference*, Pittsburgh, 12-16 September, 1357-1363.
- BPS, 2018. Provinsi Lampung Dalam Angka 2017, Badan Pusat Statistik Provinsi Lampung <https://lampung.bps.go.id>
- Dubey, S., Sarvaiya, J.N., Seshadri, B., 2013. Temperature Dependent Photovoltaic (PV) Efficiency and Its Effect on PV Production in the World – A Review, *Energi Procedia*, **33**, 311 – 321
- Erinofiardi, Gokhale, P., Suryono, A.F., Date, A., Akbarzadeh, A., Mainil, A.K., Bismantolo, P., Nuramal, A., 2016. A review on micro hydropower in Indonesia, *1st International Conference on Energy and Power, ICEP2016*, 14-16 December 2016, RMIT University, Melbourne, Australia
- Erinofiardi, Gokhale, P., Suryono, A.F., Date, A., Akbarzadeh, A., Mainil, A.K., Bismantolo, P., Nuramal, A., 2016. A review on micro hydropower in Indonesia, *1st International Conference on Energy and Power, ICEP2016*, 14-16 December 2016, RMIT University, Melbourne, Australia.
- Habibie, M.N., Sasmito, A., Kurniawan, R. 2011. Kajian potensi energi angin di wilayah sulawesi dan maluku (study of wind energy potency in sulawesi and Maluku)
- Hasan, H. 2012. Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Pulau Saugi, *Jurnal Riset dan Teknologi Kelautan (JRTK)*, 10 2
- <https://www.unila.ac.id/potensi-energi-terbarukan-lampung-masih-besar/>
- Kementrian ESDM, 2017, Energi Baru Terbarukan, <http://www.esdm.go.id/>
- Pambudi, N.A., 2018. Geothermal power generation in Indonesia, a country within the ring of fire current status, future development and policy, renewable and sustainable energy review.
- Rasimeng, S., 2008. Analisis sesar gunung rajabasa lampung selatan sebagai daerah prospek geothermal berdasarkan data anomaly medan magnet total, *Lampung, J. Sains MIPA*, April 2008, Vol. 14, No. 1, Hal.: 67 - 72 ISSN 1978-1873
- Utami, S.R., 2016. Studi potensi pembangkit listrik tenaga gelombang laut dengan menggunakan system oscilating water column (OWC) di tiga puluh wilayah kelautan Indonesia, Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia. <http://www.ee.ui.ac.id/online/semtafull/20100709104129-sm6271-tp4-SitiRahmaU-jurnalp.pdf>
- Virgana, R.A.E., dan Harahap, P., 2018. Mapping And Development Of Geographic Information System Spreading And Biomass Potential In Java And Sumatra, *IOP Conf. Seri: Earth Environ.*
- Widayana, G., 2012. Pemanfaatan Energi Surya, Jurusan Pendidikan Teknik Mesin, FTK, UNDIKSHA