



Laporan Pengabdian Kepada Masyarakat

SOSIALISASI POTENSI ENERGI LOKAL UNTUK MENINGKATKAN PEREKONOMIAN MASYARAKAT DI PULAU TIDUNG, KEPULAUAN SERIBU KOTAMADYA JAKARTA UTARA, PROVINSI DKI JAKARTA

Tim Peneliti Utama:

Prof. Dr. Ir. Charles O.P. Marpaung, MS

Prof. Dr.-Ing. Uras Siahaan, lic.rer.reg.

Stepanus Andi Saputra, ST

Saut Hamonangan Munthe, ST

Rani Sibarani, SH

Program Studi Magister Arsitektur

Program Pascasarjana

Universitas Kristen Indonesia

2021

KATA PENGANTAR

Laporan Pengabdian Kepada Masyarakat ini berjudul “Sosialisasi Potensi Energi Lokal Untuk Meningkatkan Perekonomian Masyarakat di Pulau Tidung, Kepulauan Seribu Kotamadya Jakarta Utara, Provinsi DKI Jakarta” merupakan laporan kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat yang diselenggarakan oleh Program Studi Magister Arsitektur Universitas Kristen Indonesia bekerjasama dengan Pemerintah Daerah Kelurahan Pulau Tidung yang diselenggarakan pada bulan Desember 2020. Laporan ini berisi persepsi masyarakat Pulau Tidung terhadap energi terbarukan serta pemahaman potensi Pulau Tidung akan potensi energi terbarukan yang mereka punyai. Laporan ini juga berisi penjelasan bagaimana untuk memanfaatkan energi terbarukan khususnya matahari sehingga berdampak positif terhadap pembangunan berkelanjutan.

Dengan memanfaatkan potensi energi lokal, yang dalam hal ini energi terbarukan, maka masyarakat Pulau Tidung turut berpartisipasi untuk meningkatkan kontribusi energi terbarukan dalam bauran energi di Indonesia, dan juga turut serta mengurangi emisi CO₂ dalam rangka mengatasi perubahan global yang menyebabkan pemanasan global. Kegiatan ini juga bisa menjadi langkah awal untuk menjadikan Pulau Tidung sebagai *Green Island* sehingga dapat menjadi *role model* bagi pulau-pulau lain di Indonesia.

Diharapkan Laporan ini bermanfaat dan dapat membantu daerah tersebut untuk mengembangkan potensinya sebagai kawasan wisata yang digerakkan oleh energi terbarukan yang dapat menggerakkan perekonomian rakyat di daerah tersebut.

Terimakasih.

Salam,

Prof. Dr. Ir. Charles O.P. Marpaung, MS

RINGKASAN

Pulau Tidung merupakan salah satu pulau pada gugusan Kepulauan Seribu. Pulau Tidung merupakan daerah tujuan wisata dengan jumlah populasinya terbanyak diantara pulau-pupau yang ada di Pulau Tidung. Pulau Tidung termasuk pulau yang mempunyai potensi energi terbarukan lokal yang besar seperti energi matahari, energi angin, dan energi laut. Meskipun Pulau Tidung mempunyai potensi terbarukan yang cukup besar, tapi Pulau Tidung masih belum mengoptimalkan pemanfaatannya. Untuk sumber energi listrik sendiri Pulau Tidung masih mendapat kiriman dari PT PLN melalui kabel laut yang mana sumber listrik tersebut masih dihasilkan oleh energi fosil. Sehingga jika Pulau Tidung menggunakan energi listrik yang berasal dari PT PLN untuk melaksanakan aktifitasnya, maka Pulau Tidung dapat dikatakan sebagai kontributor emisi CO₂. Atau dengan kata lain pembangunan di Pulau Tidung masih belum mengarah ke pembangunan berkelanjutan. Sampai sejauh ini, masyarakat Pulau Tidung masih belum memahami tentang apa itu energi terbarukan, apa dampaknya, dan seberapa besar potensi energi terbarukan yang dimiliki Pulau Tidung. Oleh karena itu masyarakat Pulau Tidung perlu diberikan pencerahan mengenai energi terbarukan, seperti apa itu energi terbarukan, seberapa besar potensi energi terbarukan yang dimiliki Pulau Tidung, bagaimana cara memanfaatkan energi terbarukan (dalam kegiatan ini dipusatkan pada pemanfaatan energi matahari), serta bagaimana energi terbarukan yang dalam hal ini energi matahari dapat meningkatkan perekonomian masyarakat Pulau Tidung. Masyarakat Pulau Tidung juga harus diajarkan bagaimana hubungan antara pemanfaatan energi terbarukan seperti pemanfaatan energi matahari dengan pembangunan berkelanjutan. Untuk selanjutnya pembangunan Pulau Tidung dapat diarahkan sebagai *green island* yang bergerak dibidang pariwisata sehingga dapat menjadi *role model* bagi pulau-pulau lain di Indonesia.

Peranan pemerintah, khususnya pemerintah lokal sangat dibutuhkan agar pembangunan di PulauTidung berbasiskan pendekatan pembangunan berkelanjutan. Kontribusi berbagai *stakeholder* juga dibutuhkan untuk mempercepat pembangunan energi terbarukan di Pulau Tidung. Memanfaatkan energi terbarukan seperti memanfaatkan energi matahari akan membantu Pemerintah untuk meningkatkan kontribusi energi terbaru dalam bauran energi, serta juga membantu memitigasi gas rumahkaca yang menyebabkan pemanasan global.

Daftar Isi

	Halaman
	Kata Pengantar 1
	Ringkasan 2
	Daftar Isi 3
I	Pendahuluan 4
II	Gambaran Mengenai Pulau Tidung 5
III	Manfaat Energi Matahari 15
IV	Bentuk Kegiatan 18
V	Analisa dan Diskusi 18
VI	Kesimpulan 37
VII	Tim Pengabdian Kepada Masyarakat 38
VIII	Daftar Pustaka 40
IX	Lampiran 41

SOSIALISASI POTENSI ENERGI LOKAL UNTUK MENINGKATKAN PEREKONOMIAN MASYARAKAT DI PULAU TIDUNG, KEPULAUAN SERIBU KOTAMADYA JAKARTA UTARA, PROVINSI DKI JAKARTA

I. Pendahuluan

Energi merupakan salah satu *driver* yang sangat penting dalam menjalankan segala aktifitas yang ada di Pulau Tidung. Jika sistem berjalan dengan baik, maka aktifitas di daerah tersebut akan mempunyai *multiplier effects*, baik *backward effects*, maupun *forward effects*, yang semuanya itu akan berdampak terhadap pertumbuhan ekonomi di daerah tersebut. Jika energi yang dibutuhkan tidak mencukupi, maka semua aktifitas yang sudah direncanakan di daerah tersebut akan tidak berjalan dengan lancar. Oleh karena itu, dibutuhkan akses terhadap energi listrik di kawasan Pulau Tidung. Di kawasan Pulau Tidung sendiri sebenarnya sudah masuk jaringan listrik dari PT. PLN yang berasal dari Pulau Jawa melalui kabel laut. Namun jaringan listrik yang mensuplai listrik ke konsumen-konsumen di daerah tersebut hanya sebatas konektivitas saja (sambungan kabel listrik dari PT. PLN ke konsumen), dan tidak memenuhi persyaratan-persyaratan *energy access* seperti yang diminta oleh *Sustainable Development Goals* (SDGs), yaitu kemampuan untuk mensuplai energi yang memadai, tersedia saat dibutuhkan, andal, berkualitas baik, terjangkau, legal, nyaman, sehat, dan aman untuk semua pengguna energi di seluruh rumah tangga, perusahaan produktif, dan lembaga masyarakat. Oleh karena itu yang menjadi pertanyaan dan perlu dipikirkan adalah bagaimana agar *energy access* di Kawasan Wisata Setu Rawalumbu dapat ditingkatkan sesuai dengan kriteria *Sustainable Development Goals* (SDGs), sehingga kawasan Pulau Tidung dapat berfungsi seperti yang diinginkan, baik untuk jangka pendek, menengah, dan panjang.

Pulau Tidung merupakan salah satu pulau yang terdapat pada gugusan Kepulauan Seribu. Pekerjaan masyarakat di Pulau Tidung pada umumnya adalah nelayan. Disamping itu, pendapatan masyarakat Pulau Tidung juga berasal dari parawisata. Jika suplai energi listrik tercukupi, masyarakat di Pulau Tidung dapat mendisefikasikan pekerjaannya sebagai alat untuk mencari nafkah.

Tujuan dari Pengabdian Kepada Masyarakat ini adalah:

1. Untuk memperkenalkan potensi energi lokal yang terdapat di Pulau Tidung
2. Bagaimana memanfaatkan potensi energi lokal untuk meningkat aktifitas perekonomian di Pulau Tidung
3. Mengajari masyarakat Pulau Tidung manfaat dari energi terbarukan serta dampaknya terhadap lingkungan
4. Menjadikan Pulau Tidung menjadi pulau rendah karbon atau *green island*.

5. Menjalin kerjasama dengan pemerintah daerah, swasta, dan perguruan tinggi untuk meningkatkan penggunaan energi terbarukan.
6. Meningkatkan kontribusi energi terbarukan sesuai dengan program pembangunan energi berkelanjutan nasional.

II. Gambaran Mengenai Pulau Tidung

2.1. Kondisi Geografis

Pulau Tidung merupakan salah satu dari ratusan gugusan dari Kepulauan Seribu (Gambar 2.1).



Gambar 2.1. Pulau Tidung di Gugusan Kepulauan Seribu

Kepulauan Seribu terbagi menjadi dua kecamatan yaitu Kepulauan Seribu bagian Utara yang membawahi tiga kelurahan yaitu kelurahan Pulau Kelapa, Pulau Harapan dan Pulau Panggang. Serta kecamatan kepulauan Seribu bagian Selatan yang membawahi Pulau Pari, Pulau Untung Jawa dan Pulau Tidung. Pulau Tidung berada pada koordinat latitude dan longitude masing-masing $-5,803205$ dan $106,523791$, sementara koordinat GPS (*Global Positioning System*) nya berada pada $5^{\circ} 48' 11.538''$ S $106^{\circ} 31' 25.648''$ E. Sementara

koordinat UTM (*Universal Transverse Mercator*) nya berada pada Zone 48M E: 668716,19 N: 9358322,62.

Pulau Tidung terbagi menjadi Pulau Tidung Besar dan Pulau Tidung Kecil (Gambar 2.2.). Kedua pulau tersebut dihubungkan dengan jembatan kurang lebih sepanjang 800 meter dengan ketinggian 8 meter. Jembatan tersebut dikenal dengan sebutan Jembatan Cinta. Pulau Tidung besar memiliki perkampungan penduduk yang sebagian besar bermata pencaharian sebagai nelayan dan mengelola wisata bahari. Jika cuaca bersahabat mereka akan pergi mencari ikan di laut dan hasilnya akan diolah menjadi ikan asin dan kerupuk ikan. Sebagian besar masyarakat Pulau Tidung mengelola berbagai kebutuhan wisata bahari seperti penyewaan alat snorkeling dan watersport lainnya, sepeda untuk mengelilingi pulau, rumah atau kamar yang bisa disewakan serta warung makan. Sedangkan Pulau Tidung kecil tidak berpenghuni, hanya dimanfaatkan sebagai kawasan pengembangbiakan mangrove.



Gambar 2.2. Pulau Tidung

Pulau Tidung memiliki jumlah penduduk tertinggi di antara pulau-pulau lainnya di dalam wilayah Kepulauan Seribu hingga saat ini, yaitu kurang lebih 5000 jiwa. Selain itu, Kepulauan Seribu merupakan wilayah dengan laju pertumbuhan penduduk tertinggi di Provinsi DKI Jakarta di periode tahun 2014–2015 sebesar 1,43% per tahun (BPS DKI Jakarta, 2016). Pulau Tidung memiliki luas wilayah sebesar 109 ha.

2.2. Perekonomian Pulau Tidung

Dibanding dengan Jakarta Barat, Jakar Timu, Jakarta Utara, Jakarta Selatan dan Jakarta Pusat, Kepulauan Seribu merupakan kabupaten yang mempunyai laju pertumbuhan

PDRB yang paling rendah, yaitu 0,54% pada tahun 2016. Sementara kelima kotamadya di Jakarta, laju pertumbuhan PDRB berkisar antara 5,34 sampai 6,60%. Jenis usaha yang paling banyak di Pulau Tidung pada tahun 2016 adalah perdagangan, yaitu sebanyak 138 jenis usaha, sementara di sektor jasa ada sebanyak 14 jenis usaha. Kalau diklasifikasikan semua jenis usaha tersebut, maka jumlah usaha mikro ada sebanyak 144 usaha, sedangkan usaha non mikro ada sebanyak 8 usaha. Diantara pulau-pulau yang ada di kepulauan Seribu, Pulau Tidung merupakan pulau yang paling banyak dikunjungi wisatawan, baik wisatawan nusantara maupun manca negara. Pada semester I tahun 2017, tercatat ada sebanyak 1622 wisatawan mancanegara dan 164540 wisatawan nusantara yang berkunjung ke Pulau Tidung. Sektor pariwisata menjadi salah satu sumber pendapatan masyarakat di Pulau Tidung.

2.3. Potensi Sumber Daya Energi Listrik di Pulau Tidung

Energi listrik di Pulau Tidung dipasok oleh PT. PLN. Selain dari PT. PLN, energi listrik di Pulau Tidung juga dapat dihasilkan melalui sumber energi lokal. Pulau Tidung mempunyai banyak sumber energi lokal yang dapat dijadikan sumber energi listrik. Berikut ini akan dijelaskan sumber energi lokal yang ada di Pulau Tidung yang dapat dimanfaatkan untuk membangkitkan energi listrik.

a. Sumberdaya Matahari dan *Solar PV*

World Bank (2017) telah melakukan pengukuran karakteristik sumberdaya matahari di kawasan Jakarta. Untuk menjelaskan karakteristik sinar matahari yang ada di Pulau Tidung, dipergunakan data pengamatan di Jakarta karena Pulau Tidung termasuk bagian Jakarta. Jadi data yang dipergunakan untuk membahas potensi sumberdaya matahari dan *solar PV* di Pulau Tidung Kawasan Kepulauan Seribu mempergunakan data Jakarta. Radiasi matahari adalah parameter yang paling penting untuk menghasilkan energi listrik melalui *solar PV*, karena merupakan bahan bakar untuk pembangkit listrik tenaga surya. Potensi sumber daya matahari di Pulau Tidung bila dibanding dengan kota-kota lain di Indonesia, Daerah Pulau Tidung termasuk daerah yang mempunyai *Global Horizontal Irradiation* (GHI), *Global Tilted Irradiation* (GTI), dan Temperatur yang tinggi (Tabel 2.1).

Tabel 2.1. Jumlah Harian Rata-Rata dari *Irraditation* (kWh/m²) dan Perbedaan Persentase GTI vs GHI (%) Pada Kemiringan Optimal Modul PV 10° di Kawasan Pulau Tidung Kepulauan Seribu (Sumber: The World Bank 2017)

Bulan	Global Horizontal Irradiation (GHI) (kWh/m ²)	Global Tilted Irradition (GTI) (kWh/m ²)	Direct Normal Irradiation (DNI) (kWh/m ²)	GTI vs GHI (%)
Januari	3,94	3,77	1,92	-4
Februari	3,90	3,80	1,68	-3
Maret	4,69	4,70	2,64	0
April	4,71	4,86	2,90	3
Mei	4,63	4,91	3,19	6
Juni	4,47	4,80	3,18	7
Juli	4,74	5,07	3,39	7
Agustus	5,28	5,52	3,55	5
September	5,60	5,68	3,48	1
Oktober	5,21	5,12	2,70	-2
November	4,63	4,45	2,19	-4
Desember	4,17	3,97	1,87	-5
Tahun	4,67	4,73	2,73	1

Meskipun ketiga parameter tersebut dapat saling melemahkan dalam memproduksi energi listrik melalui *solar PV*, misalnya tingginya temperatur dapat mempengaruhi efisiensi *solar PV*, Kawasan Pulau Tidung termasuk daerah yang mempunyai potensi menghasilkan energi listrik melalui *solar PV* yang tinggi. Ini menunjukkan di Kawasan Pulau Tidung dapat dibangun *microgrid* yang terhubung dengan solar PV berskala sedang dan besar. Agar produksi energi listrik di daerah ini optimum, maka pemasangan *solar PV* di daerah ini harus dipasang dengan kemiringan 10°. Selain memproduksi energi listrik yang tinggi, manfaat dari pemasangan modul *solar PV* yang dimiringkan adalah untuk meningkatkan pembersihan sendiri terhadap polusi yang terdapat pada permukaan *solar PV* tersebut oleh hujan. Kotoran pada permukaan *solar PV* yang tinggi dapat menyebabkan kerugian yang besar. Tabel 2.1 menunjukkan GHI terendah tercatat pada bulan Februari yaitu 3,90 sementara GHI tertinggi berada pada bulan September yaitu 5,60. Untuk GTI posisi tertinggi berada pada bulan September, yaitu 5,68 sementara posisi terendah berada pada bulan Januari, yaitu 3,77. Rata-rata tahunan GHI dan GTI di Kawasan Pulau Tidung adalah masing-masing 4,67 dan 4,73.

Gambar 2.3 menunjukkan temperatur setiap tiga jam dan per harinya di Pulau Tidung, Kepulauan Seribu. Pada Gambar 2.8 terlihat bahwa temperatur tertinggi terletak antara jam 11.00 sampai jam 14.00. Kalau dilihat dari temperatur per harinya, besarnya hampir sama, yaitu antara 31° – 33°.



Gambar 2.3. Temperatur Setiap Tiga Jam dan Per Harinya di Pulau Tidung, Kepulauan Seribu

Disamping pilihan terhadap teknologi, posisi geografis juga sangat menentukan produksi energi listrik yang dihasilkan oleh sebuah *solar PV*. Kawasan Pulau Tidung sendiri berada pada posisi geografis yang dapat menghasilkan energi listrik melalui *solar PV* yang tinggi. Tabel 2.2. menunjukkan kinerja tahunan dari sebuah *solar PV* dengan modul tetap pada sudut optimum di Kawasan Pulau Tidung.

Tabel 2.2. Kinerja Tahunan dari Parameter Sebuah Sistem *Solar PV* Dengan Modul Tetap Pada Sudut Optimum di Kawasan Pulau Tidung (The World Bank, 2017)

Parameter	Kinerja Tahunan
Rata-Rata Total Harian PVOUT (kWh/kWp)	3,58
Total Tahunan PVOUT (kWh/kWp)	1.309
Sudut Optimum	10°
Azimuth Sistem PV	0°
Rasio Tahunan Difuse/Global Horizontal Irradiation	57,2%
Rasio Kinerja (<i>Performance Ratio</i> atau PR) Sistem	75,9%

Dari Tabel 2.2. dapat dilihat rata-rata total harian energi listrik yang dihasilkan oleh *solar PV* di daerah tersebut adalah 3,58 kWh/kWp atau dalam satu tahun sebuah sistem PV dengan modul tetap dapat menghasilkan 1.309 kWh/kWp. Sebagai bahan perbandingan, di Indonesia untuk kota-kota penghasil energi listrik yang tinggi melalui *solar PV*, total harian rata-rata produksi energi listrik melalui sebuah *solar PV* yang mempunyai spesifikasi yang sama bervariasi antara 3.0 kWh/kWp (sama dengan total rata-rata tahunan sekitar 1100 kWh/kWp) di pegunungan tinggi dan berawan, dan 4,6 kWh/kWp (sekitar 1680 kWh/kWp tahunan), yaitu nilai tertinggi di Indonesia, yang terdapat di pulau-pulau selatan kepulauan. Perlu dicatat bahwa daerah dengan potensi produksi listrik melalui *solar PV* tinggi adalah daerah dengan nilai *Global Tilted Irradiation* (GTI) dan *Direct Normal Irradiation* (DNI) tinggi serta nilai *Difuse* (DIF) yang lebih rendah. Rasio DIF/GHI yang tinggi mengindikasikan banyak awan dan aerosol yang dapat menyebabkan produksi energi listrik rendah. Faktor lain yang dapat mempengaruhi produksi energi listrik melalui *solar PV* adalah kondisi iklim mikro (misalkan suhu udara), serta juga pohon, tiang-tiang, serta bangunan di sekitar *solar PV* dapat mempengaruhi penurunan kinerja sistem *solar PV*.

Kalau melihat rata-rata produksi listrik harian tiap bulan melalui sebuah sistem *solar PV* tetap yang berada di ruang terbuka (*open-space fixed PV system*) di Kawasan Pulau Tidung seperti yang diperlihatkan pada Tabel 2.3, bulan Januari merupakan bulan yang memproduksi energi listrik paling rendah, yaitu 2,85 kWh/kWp, sementara produksi listrik yang dihasilkan paling tinggi berada pada bulan September, yaitu 4,27 kWh/kWp. Sementara Rasio Kinerja (*Performance Ratio*) tertinggi berada pada bulanan Juni dan Juli, yaitu 76,3%, sedangkan yang terendah berada pada bulan September, yaitu 75,2%.

Tabel 2.3. Jumlah Harian Rata-Rata Produksi Listrik dan Rasio Kinerja Bulanan Dari Sebuah Sistem *Solar PV* Tetap yang Berada di Ruang Terbuka (*Open-Space Fixed PV System*) Dengan Daya Puncak Normal 1 kW di Kawasan Pulau Tidung, Kepulauan Seribu (kWh/kWp) (Sumber: TheWorld Bank, 2017)

Bulan	Jumlah Harian Rata-Rata Produksi Listrik (kWh/kWp)	Rasio Kinerja Bulanan (%)
Januari	2,85	75,7
Febuari	2,89	76,0
Maret	3,57	76,0
April	3,69	75,9
Mei	3,74	76,1
Juni	3,66	76,3
Juli	3,87	76,3
Agustus	4,19	75,8
September	4,27	75,2
Oktober	3,86	75,4
November	3,37	75,8
Desember	3,02	76,1
Tahun	3,58	75,9

Jika dilihat pada skala nasional, jika dilakukan analisis SWOT (*Strength, Weaknesses, Opportunities, Threats*) terhadap potensi pemanfaatan sumber daya matahari untuk memproduksi energi listrik dari *solar PV* di Indonesia, maka dapat dijelaskan masing-masing kekuatan, kelemahan, peluang, dan ancaman sebagai berikut (The World Bank, 2017):

a. Kekuatan (*Strengths*)

- i. Sumber daya matahari dan potensi tenaga *solar PV* yang bagus
- ii. Teknologi sudah ada dan matang untuk *off-grid* dan sistem *mini-grid/microgrid* untuk komunitas terpencil
- iii. Tersedia program untuk instalasi *solar PV* dari Pemerintah

b. Kelemahan (*Weaknesses*)

- i. Pulau atau daerah dengan komunitas kecil dan terisolasi
- ii. Batasan medan, antara lain: medan dengan ketinggian tinggi, kemiringan yang curam, daerah terlindungi dari sinar matahari, dan aksesibilitas terbatas
- iii. Tingginya biaya koneksi ke jalur tegangan tinggi (*main grid*) untuk daerah-daerah terpencil
- iv. Polusi udara di daerah perkotaan besar yang dapat mengotori permukaan panel *solar PV*

c. Peluang (*Opportunities*)

- i. Meningkatnya permintaan listrik

- ii. Program dukungan internasional
- iii. Sikap positif terhadap energi terbarukan
- iv. Biaya *solar PV* yang terus menurun
- v. *Solar PV* dapat dikombinasikan dengan sumber energi terbarukan lainnya (terutama hidro) untuk membantu menangani variabilitas sumber matahari
- vi. Potensi *solar PV* untuk bersinergi dengan pembangkit listrik berbahan bakar gas

d. Ancaman (*Threats*)

- i. Risiko geografis dan kejadian ekstrem, seperti: erupsi gunung berapi, gempa bumi, tanah longsor, tsunami, dll.
- ii. Sumber daya matahari yang sangat bervariasi
- iii. Letusan gunung berapi

b. Potensi Sumberdaya Angin

Kecepatan angin di Pulau Tidung termasuk tinggi, dimana kecepatan tertinggi bisa terjadi sampai 17 knots yaitu pada bulan Maret. Kecepatan maksimum tiap bulannya berada pada angka 13 sampai 17 knots. Sementara kecepatan paling rendah terjadi pada bulan May, yaitu 4 knots. Kecepatan minimum tiap bulannya berada pada kisaran 4 sampai 6,3 knots. Kecepatan angin di Pulau Tidung termasuk tinggi sehingga daerah ini sangat sesuai dipasang pembangkit listrik tenaga angin. Tabel 2.4 menunjukkan kecepatan angin minimum, maksimum, rata-rata tiap bulannya di Pulau Tidung.

Tabel 2.4. Kecepatan Angin Minimum, Maksimum, Rata-Rata Tiap Bulannya di Pulau Tidung

Bulan	Kecepatan Angin (knots)		
	Minimum	Maksimum	Rata-rata
Januari	5,5	16	6
Februari	5,2	13	6
Maret	6,3	17	6
April	4,9	16	6
May	4	13	6
Juni	4,7	13	6
Juli	5,1	14	7
Agustus	5,1	13	7
September	4,6	14	6
Oktober	4,5	15	7
November	4,1	12	6
Desember	5,1	13	6

Gambar 2.4 menunjukkan kecepatan angin tiap tiga jam per harinya di Pulau Tidung. Gambar tersebut menunjukkan bahwa kecepatan angin tertinggi itu terjadi pada saat jam 11.00 sampai jam 17.00. Sedangkan kecepatan terendahnya terjadi pada saat pagi hari, yaitu antara jam 23.00 sampai jam 08.00. Meskipun kecepatan angin pada saat pagi hari rendah, tetapi kecepatan angin tersebut masih memenuhi syarat untuk membangkitkan energi listrik melalui turbin angin, karena kecepatan minimum angin agar dapat membangkitkan energi listrik adalah 4 m/s.



Gambar 2.4. Kecepatan Angin Setiap Tiga Jam dan Per Harinya di Pulau Tidung, Kepulauan Seribu

c. Sumberdaya Pasang Surut

Gambaran sumber daya pasang surut di Kepulauan Seribu dapat dilihat dari tetangganya Pulau Untung Jawa dimana dimana tersebut telah dilakukan penelitian oleh Tim Geodesi ITB pada tahun 2001, tepatnya pada koordinat 05°58'45,21" LS 106°42'11,07" BT. Kondisi pasang surut di Kepulauan Seribu dapat dikategorikan sebagai harian tunggal, dimanak kedudukan air tertinggi dan terendah adalah 0,6 meter dan 0,5 meter dibawah duduk tengah. Hasil pengukuran juga mencatat bahwa rata-rata tunggang air pada pasang perbani

adalah 0,9 meter dan rata-rata tunggang air pada pasang mati adalah 0,2 meter. Dishidros (1986) dan Dinas Perikanan dan Kelautan DKI Jakarta (1998) mencatat bahwa tunggang air tahunan terbesar mencapai 1,10 meter. Hasil pengamatan Tim Geodesi ITB pada tahun 1999 juga mencatat bahwa di Pulau Pramuka, Pulau Karya dan Pulau Panggang tinggi muka laut rata-rata sebesar 1,01 meter pada skala palem dan tinggi referensi kedalaman peta (*chart datum*) sebesar 0,65 meter dibawah muka laut rata-rata. Tim Geodesi ITB juga melakukan pengamatan pasang surut pada bulan Februari 2000 yang menghasilkan sembilan pasang surut utama seperti yang terlihat pada Tabel 2.5. Manfaat dari konstituen adalah dapat dipergunakan untuk meramalkan perubahan elevasi muka air akibat pasang surut.

Tabel 2.5. Konstituen Pasang Surut di Kepulauan Seribu

Tetapan yang Digunakan	So	M2	S2	N2	K2	K1	O1	P1	M4	MS4	Z0
Amplitudo	101	5	6	3	1	26	16	8	1	0	65
g°		327	300	303	300	144	128	144	152	230	

Sumber: DP2T DKI Jakarta; Jurusan Teknik Geodesi ITB, 1999

d. Sumberdaya Arus Laut

Untuk mengetahui sumber daya arus laut di Pulau Tidung, dapat dilihat dari hasil studi Efendi (1993) yang mencatat bahwa kecepatan arus di Pulau Pramuka pada tahun 1993 adalah sebesar 2 – 19 cm/detik. Dinas Perikanan dan Kelautan DKI Jakarta (1998) mencatat bahwa pada tahun 1997, kecepatan arus di Pulau Panggang, Pulau Pramuka, Pulau Semak, Pulau Karang Congkak dan Pulau Karang Bongkok tercatat masing-masing sebesar 9 cm/dt, 10 cm/dt, 12 cm/dt, 4 cm/dt dan 5 cm/dt. Pada tahun 1999, Tim Geodesi ITB melakukan pengukuran kecepatan arus di Pulau Pramuka, Pulau Panggang dan Pulau Karya pada kondisi pasang pernama (*spring tide*) berada pada kisaran 5 – 48 cm/dt dengan arah bervariasi antara 3 – 348°. Di lokasi yang sama pada kondisi pasang perbani (*neep tide*), kecepatan arus tercatat sebesar 4 – 30 cm/dt dengan arah bervariasi antara 16 – 350°. Seawatch – BPPT melakukan pengamatan pada bulan November dan Desember 1998 di Pulau Kelapa dan mencatat bahwa kecepatan arus pada kisaran 0,6 cm/dt hingga 77,3 cm/dt dengan rata-rata kecepatan sebesar 23,6 cm/dt dengan dominasi arah arus ke arah Timur – Timur Laut.

e. Sumberdaya Gelombang laut

Potensi sumber daya gelombang laut di wilayah Kepulauan Seribu telah diamati oleh Tim Geodesi ITB pada bulan Desember 1999 dengan hasil tinggi gelombang rata-rata yang diukur setiap jam selama 5 hari adalah 7,0 – 69,5 cm dengan periode rata-rata 2,4 – 6,3 detik. Hasil pengamatan juga menunjukkan bahwa gelombang di daerah tubir akan lebih besar dibandingkan dengan gelombang di garis pantai. Hal ini disebabkan di pantai telah terjadi peredaman gelombang oleh rataan karang yang dangkal. Data tersebut menyimpulkan bahwa tinggi gelombang dikategorikan sebagai rendah (<1 meter) walaupun frekuensinya cukup tinggi.

Dinhiros TNI-AL (1986) mencatat tinggi gelombang di Kepulauan Seribu pada musim Barat adalah sebesar 0,5 – 1,5 meter, sedangkan pada musim Timur adalah sebesar 0,5 – 1,0 m. Tinggi gelombang laut sangat bervariasi antara satu lokasi dengan lokasi lainnya disebabkan oleh variasi kecepatan angin dan adanya penjalaran gelombang dan perairan sekitarnya, sesuai dengan gugusan Kepulauan Seribu yang berbatasan dengan perairan terbuka. Gelombang lauy didominasi dari arah Timur – Tenggara yang dipengaruhi oleh refraksi pada saat memasuki daerah tubir. Hasil pengamatan yang dilakukan di Pulau Kelapa oleh Seawatch Indonesia pada bulan November 1998 – Agustus 1999 mencatat bahwa tinggi gelombang pada kisaran 0,05 – 1,03 meter dengan periode gelombang berkisar antara 2,13 – 5,52 detik.

III. Manfaat Energi Matahari

Energi matahari dapat dipergunakan dengan memanfaatkan energi termalnya dan juga untuk menghasilkan energi listrik melalui solar PV. Energi listrik yang dihasilkan melalui solar PV dapat direncanakan dengan harga yang lebih murah dengan membuat sendiri komponen-komponen pendukungnya. Kalau PV panel untuk sementara masih belum dapat secara lokal, jadi harus diimport. Sementara komponen-komponen pendukungnya dapat dibuat secara lokal, sehingga biayanya bisa lebih murah.

Ada beberapa komponen pendukung yang dilakukan untuk mengurangi biaya sistem PV. PV panel untuk sementara masih belum dapat dibuat secara lokal, jadi harus diimport. Untuk mengurangi biaya total dari sistem PV, komponen sistem PV dapat dibuat secara lokal. Jenis-jenis komponen tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Komponen PV dengan harga lebih rendah

Teknologi	Harga per Unit
Adaptor for color TV	US\$ 15
Ballast for DC fluorescent lamp	US\$ 3 – US\$ 8
Inverter	US\$ 460 – US\$ 750
Charge controller	US\$ 14 – US\$ 20
DC to DC converter	US\$ 5
Low powered light	US\$ 18
Stage of charge indicator	US\$ 10
TV guard	US\$ 6
Fixed voltage power supply	US\$ 6
DC ceiling machine	US\$ 25
DC drill machine	US\$ 30
DC soldering iron	US\$ 9
PV powered sewing machine	US\$ 85

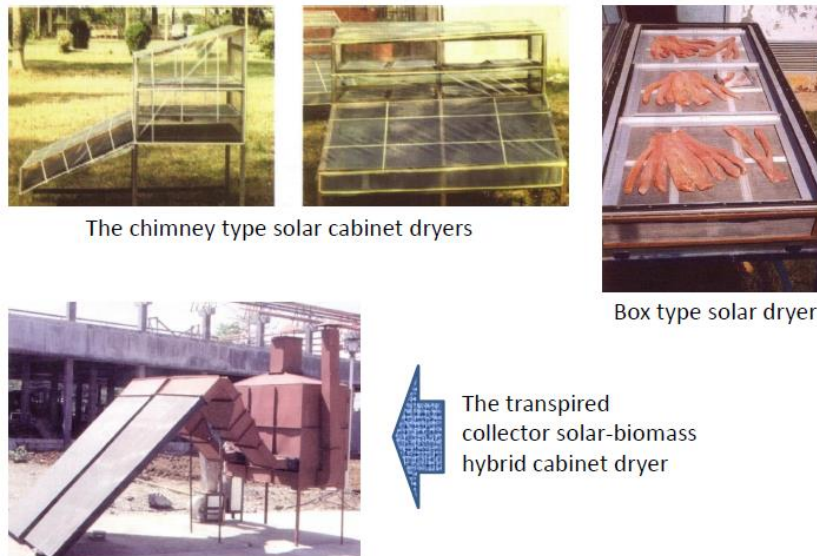
Biaya produk yang dibuat secara lokal bisa lebih rendah dibanding dengan diimport. Sebagai contoh, biaya charge controller bisa lebih rendah 60% dibanding dengan import. Biaya lampu bisa dibuat lebih rendah 53,3% dibanding import. PV tersebut biasanya ditempatkan di daerah terpencil yang masih belum dialiri aliran listrik. PV tersebut dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, seperti *battery charging station*, telepon, menjahit, menyolder, dan penerangan (lihat Gambar 3.1).



Gambar 3.1. Komponen pendukung PV serta pemanfaatan PV di daerah terpencil

Energi matahari juga dapat dipergunakan energi termalnya, misalnya untuk pengering buah-buahan. Mesin pengering buah-buahan adalah bagaimana mempergunakan energi yang berbeda untuk pengering dan juga dalam bentuk hibrid. Energi yang dipergunakan untuk pengering buah-buahan adalah energi matahari. Pengering buah-buahan juga dapat dilakukan dalam bentuk hibrid (yang mempergunakan dua energi) yaitu hibrid energi matahari dan biomasa (lihat Gambar 3.2.). *Payback period* dari mesin ini sekitar 3,7 tahun.





Gambar 3.2. Mesin pengering buah-buahan yang memanfaatkan energi matahari, energi biomasa, dan hibrid energi matahari-biomasa

IV. BENTUK KEGIATAN

Bentuk kegiatan dari Pengabdian Kepada Masyarakat ini adalah menjelaskan potensi energi lokal yang dimiliki oleh Pulau Tidung. Energi lokal itu khususnya adalah energi terbarukan. Sesudah itu diadakan penjelasan bagaimana memanfaatkan energi matahari, apakah energi termal atau energi listrik yang dihasilkan melalui solar PV. Cara membangun pembangkit listrik tenaga matahari yang relatif murah dijelaskan. Kemudian dijelaskan juga bagaimana memanfaatkan listrik yang dihasilkan dari pembangkit listrik tenaga matahari untuk meningkatkan perekonomian di daerah tersebut, misalnya untuk industri rumah tangga, dan lain sebagainya.

V. Analisa dan Diskusi

5.1. Persepsi Masyarakat Pulau Tidung Terhadap Potensi Energi Terbarukan di Pulau Tidung

Pulau Tidung merupakan salah satu gugusan di Kepulauan Seribu yang mempunyai potensi energi terbarukan yang cukup besar seperti energi matahari, energi angin, dan energi laut. Meskipun demikian, berdasarkan hasil survey yang dilakukan oleh Tim Universitas Kristen Indonesia (UKI) pada bulan Desember 2020, masyarakat Pulau Tidung tidak paham akan energi terbarukan. Aktifitas tim survey UKI dapat dilihat pada Gambar 5.1. sampai dengan Gambar 5.4. Masyarakat Pulau Tidung masih belum memahami apa dampak energi terbarukan terhadap lingkungan dan juga terhadap pembangunan berkelanjutan. Masyarakat

Pulau Tidung juga tidak mengetahui bahwa listrik yang mereka pakai yang berasal dari PLN dibangkitkan mayoritas dari energi fosil. Masyarakat Pulau Tidung juga tidak mengetahui dampak penggunaan bahan bakar fosil terhadap lingkungan. Isu pemanasan global akibat meningkatnya emisi gas rumah kaca yang disebabkan dari pembangkit tenaga listrik juga belum mereka ketahui.

Masyarakat Pulau Tidung juga tidak mengetahui kalau Pulau Tidung mempunyai banyak sumber energi terbarukan seperti energi matahari, energi angin, energi laut. Bagaimana mengoptimalkan penggunaan energi matahari juga masih belum diketahui masyarakat Pulau Tidung.

Sosialisasi mengenai potensi energi terbarukan yang dimiliki Pulau Tidung penting untuk dilakukan. Menjadikan Pulau Tidung menjadi Pulau Hijau atau *Green Island* bukan hal yang mustahil mengingat Pulau Tidung mempunyai sumber energi terbarukan yang melimpah. Pada Bab sebelumnya telah dijelaskan bagaimana Pulau Tidung mempunyai energi matahari (*solar energi*) yang melimpah. Sosialisasi pemanfaatan energi matahari akan lebih baik diprioritaskan mengingat memasang *solar home system* atau *solar thermal system* lebih mudah dibanding dengan sumber energi terbarukan yang lain. Sosialisasi akan lebih tepat dimulai di sekolah-sekolah, terutama sekolah kejuruan seperti SMKN 61. SMKN 61 merupakan sekolah yang paling banyak muridnya dibanding jenis sekolah-sekolah lain. Jika Pulau Tidung memanfaatkan energi terbarukan seperti energi matahari, maka Pulau Tidung turut berpartisipasi untuk meningkatkan kontribusi energi terbarukan pada bauran energi di Indonesia. Disamping itu, jika Pulau Tidung memanfaatkan energi terbarukan seperti energi matahari, maka Pulau Tidung turut berpartisipasi mengurangi emisi gas rumah kaca yang menyebabkan pemanasan global. Pembangunan di Pulau Tidung harus diarahkan ke *Green Island* dengan salah satu caranya memanfaatkan energi terbarukan sebagai sumber energinya.



Gambar 5.1. Tim Survey UKI Bersama Lurah Kelurahan Pulau Tidung



Gambar 5.2. Tim Survey UKI Berdiskusi di Kantor Kelurahan Pulau Tidung



Gambar 5.3. Tim Survey UKI Mewawancarai Salah Seorang Masyarakat Pulau Tidung



Gambar 5.4. Tim Survey UKI Bersama Salah Seorang Pemilik Penginapan di Pulau Tidung

Di Pulau Tidung sudah terdapat penerangan jalan yang mempergunakan energi matahari, meskipun penggunaannya sangat minim sekali. Misalnya untuk penerangan jalan, jumlah titik lampu yang mempergunakan energi matahari tidak lebih dari 5 titik lampu (Gambar 5.5).



Gambar 5.5. Lampu Penerangan Jalan Dengan Mempergunakan Energi Matahari

Suplai listrik ke Pulau Tidung berasal dari PT PLN yang dialiri melalui kabel laut (Gambar 5.6). Terdapat 3 trafo dengan kapasitas 600 kW per trafo untuk melayani Pulau Tidung. Laporan dari masyarakat mengatakan hampir tidak pernah terjadi pemadaman listrik di Pulau Tidung. Listrik yang berasal dari PT PLN ini berfungsi untuk melistriki sekitar 1634 rumah dengan jumlah penduduk sebanyak 5730 orang berdasarkan data bulan November 2020, sekolah, dan beberapa tempat penginapan. Rata-rata daya tersambung ke rumah-rumahat adalah 2200 Watt dan biaya bulan yang mereka keluarkan untuk membayar listrik berkisar antara Rp. 350.000 sampai Rp. 600.000. Peralatan-peralatan listrik yang dimiliki setiap rumah tangga diantaranya pompa, mesin cuci, *rice-cooker*, dispenser, televisi, kulkas.



Gambar 5.6. Saluran Kabel Laut Milik PT PLN Untuk Melistriki Pulau Tidung

5.2. Cara Pemanfaatan Energi Matahari (*Solar Energy*)

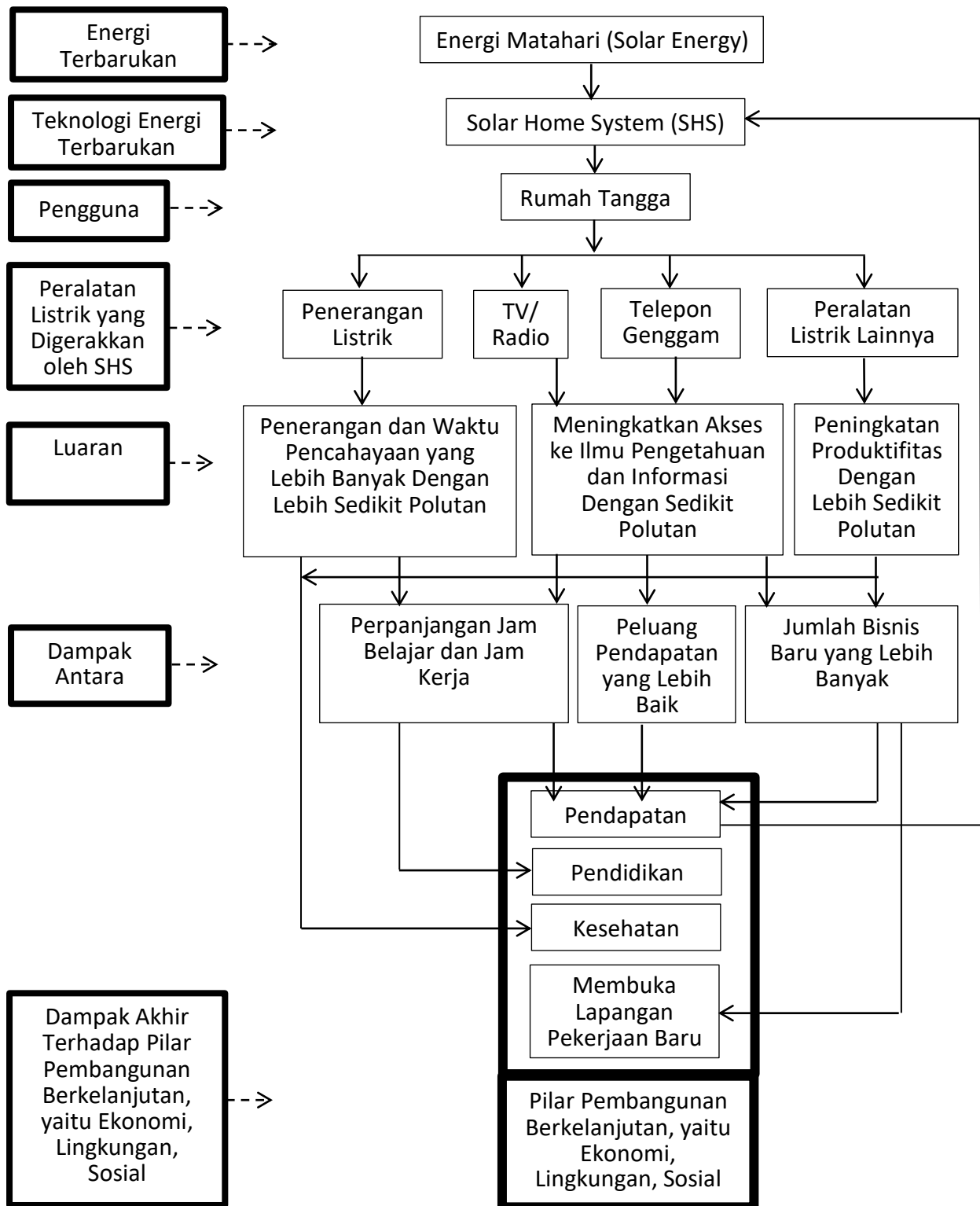
Pemanfaatan energi terbarukan seperti energi matahari (*solar energy*) sebagai pengganti energi konvensional seperti bahan bakar fosil penting dilakukan untuk mengurangi dampak negatif dari pencemaran lingkungan dan perubahan iklim. Memang ada beberapa pendapat yang mengatakan bahwa transisi energi ke energi terbarukan akan menyebabkan biaya yang tinggi, tetapi disisi lain pembangunan energi terbarukan akan membuka lapangan kerja dan menyebabkan pertumbuhan ekonomi. Transisi energi dari energi konvensional ke energi terbarukan dilakukan karena sumber daya energi tak terbarukan, seperti batu bara, minyak bumi, gas alam, dan nuklir, tersedia dalam pasokan terbatas dan pasti akan habis di masa mendatang, sementara sumber daya energi terbarukan seperti matahari, angin, hidro, dan biomassa akan tergantikan secara alami dalam waktu yang singkat. Lebih jauh lagi, hadirnya energi terbarukan dapat mengurangi ketergantungan energi suatu negara pada negara lain. Selanjutnya biaya teknologi energi terbarukan seperti *solar technology* dan angin menurun dengan cepat berkat peningkatan teknologi dan perluasan pasar yang menyebabkan harga marginal energi terbarukan bisa sangat rendah. Selain itu energi terbarukan seperti *solar PV* dapat dipasang dengan mudah di rumah-rumah, sehingga rumah tangga dapat memanfaatkan energi matahari untuk menghasilkan energi listrik untuk keperluan aktifitasnya.

Energi matahari dapat dimanfaatkan dengan dua cara, yaitu melalui *Solar Panel* atau *Solar PV*, dimana energi matahari diubah menjadi listrik, dan melalui *Solar Thermal* dimana energi matahari dikumpulkan melalui sebuah *collector* menjadi panas, yang dipergunakan untuk memanaskan air (*water heater*) dan juga untuk memanaskan udara yang dipergunakan sebagai pengering (*solar dryer*). Sejauh ini, pembangkit listrik PV telah menjadi teknologi yang *cost-effective* untuk daerah terpencil di mana jalur distribusinya tidak terjangkau. Karena biaya teknologi PV menurun, penggunaan PV untuk aplikasi yang terhubung ke jaringan semakin meningkat. Untuk *Solar PV*, pengaplikasiannya dapat dilakukan dalam berbagai cara seperti: (i) *utility-interactive systems*, (ii) *stand-alone systems*, (iii) *hybrid systems*, and (iv) *building-integrated systems*. *Utility-interactive systems* adalah sistem kelistrikan dimana listrik yang dihasilkan dari modul PV dihubungkan ke jaringan, setelah terlebih dahulu tegangannya diubah dari DC menjadi AC melalui sebuah konverter. Jadi daya yang dihasilkan sistem PV selalain dipergunakan untuk konsumsi sendiri yaitu untuk peralatan-peralatan listrik di rumah, juga dapat disuplai ke jaringan jika daya dari sistem PV berlebih. Karena radiasi matahari bersifat *intermittent*, biasanya ditambahkan baterai pada sistem jaringan PV jika terjadi gangguan pada sistem. *Stand-alone systems* sistem PV yang berdiri sendiri, yang tidak bergantung pada sambungan jaringan/utilitas. Dalam hal ini, unit penyimpanan baterai selalu diperlukan saat operasi malam hari jika radiasi matahari tidak mencukupi. Biasanya *stand-alone systems* ini sering dipasang di atap rumah atau gedung, sehingga sistem ini sering disebut dengan *Roof-Top Solar*, dan jika dipasang di atap rumah, sering disebut dengan *Solar Home System*. *Hybrid-systems* adalah sistem kelistrikan dimana sistem PV digabungkan dengan generator tenaga diesel atau angin. Hasil studi menunjukkan bahwa biaya pengoperasian sistem *hybrid systems* lebih murah sekitar 30% jika hanya PV atau generator tenaga diesel yang berdiri sendiri. *Building-integrated systems* adalah integrasi modul PV ke dalam selubung bangunan (*building envelope*), yang dikenal sebagai sistem PV terintegrasi bangunan atau *Building Integrated Photovoltaics* (BIPV). Teknik baru ini tidak hanya menyediakan pembangkit listrik melalui bahan PV, tetapi juga mengurangi konsumsi bahan untuk konstruksi karena bahan PV digunakan sebagai bahan selubung (*envelope*) untuk atap atau fasad (*façade*). BIPV juga secara arsitektural lebih menarik dibandingkan dengan struktur PV yang dipasang di atap.

5.3. Solar Home System dan Dampaknya Terhadap Pembangunan Berkelanjutan

Untuk menjelaskan bagaimana *Solar Home System* yang dipasang di rumah-rumah yang terdapat di Pulau Tidung, dapat dilihat pada Gambar 5.5. Gambar 5.5 menunjukkan

bahwa *Solar Home System* yang dipasang di rumah-rumah dapat dipergunakan untuk keperluan peralatan-peralatan listrik di rumah-rumah seperti lampu penerangan. Selain itu listrik yang dihasilkan dari *Solar Home System* juga dapat dipergunakan untuk TV/radio, telepon genggam, dan peralatan-peralatan listrik lainnya seperti pompa, mesin cuci, rice-cooker, dispenser, televisi, kulkas. Penggunaan listrik yang berasal dari *Solar Home System* untuk keperluan peralatan-peralatan listrik tersebut dapat dikatakan hampir tidak mempunyai dampak terhadap lingkungan berupa emisi CO₂, ataupun emisi SO₂, NO_x, ataupun partikel-partikel (PM). Seperti kita ketahui bahwa emisi CO₂ dapat menyebabkan pemanasan global, sedangkan emisi SO₂, NO_x, dan partikel-partikel dapat menyebabkan korosi dan juga berdampak memperburuk kesehatan. Jadi dengan dioperasikannya *Solar Home System*, maka dampak terjadinya polutant seperti yang disebutkan diatas diminimalisir sehingga membuat tingkat kesehatan menjadi lebih baik. Jadi dengan adanya *Solar Home System*, kita bisa mempergunakan peralatan-peralatan lebih lama karena kita tidak perlu membayar terhadap kWh yang kita perlukan untuk penerangan tanpa harus menyebabkan dampak lingkungan yang serius. Akibatnya akan berpengaruh terhadap pendidikan karena kita bisa belajar lebih lama, dapat mengakses informasi lebih banyak baik melalui televisi, radio, maupun telepon genggam, dan membuka peluang bisnis baru tanpa harus membayar biaya listrik. Secara keseluruhan, pemanfaatan *Solar Home System* akan berdampak pada pembangunan berkelanjutan, yang terdiri dari tiga pilar yaitu ekonomi, lingkungan,, dan sosial.

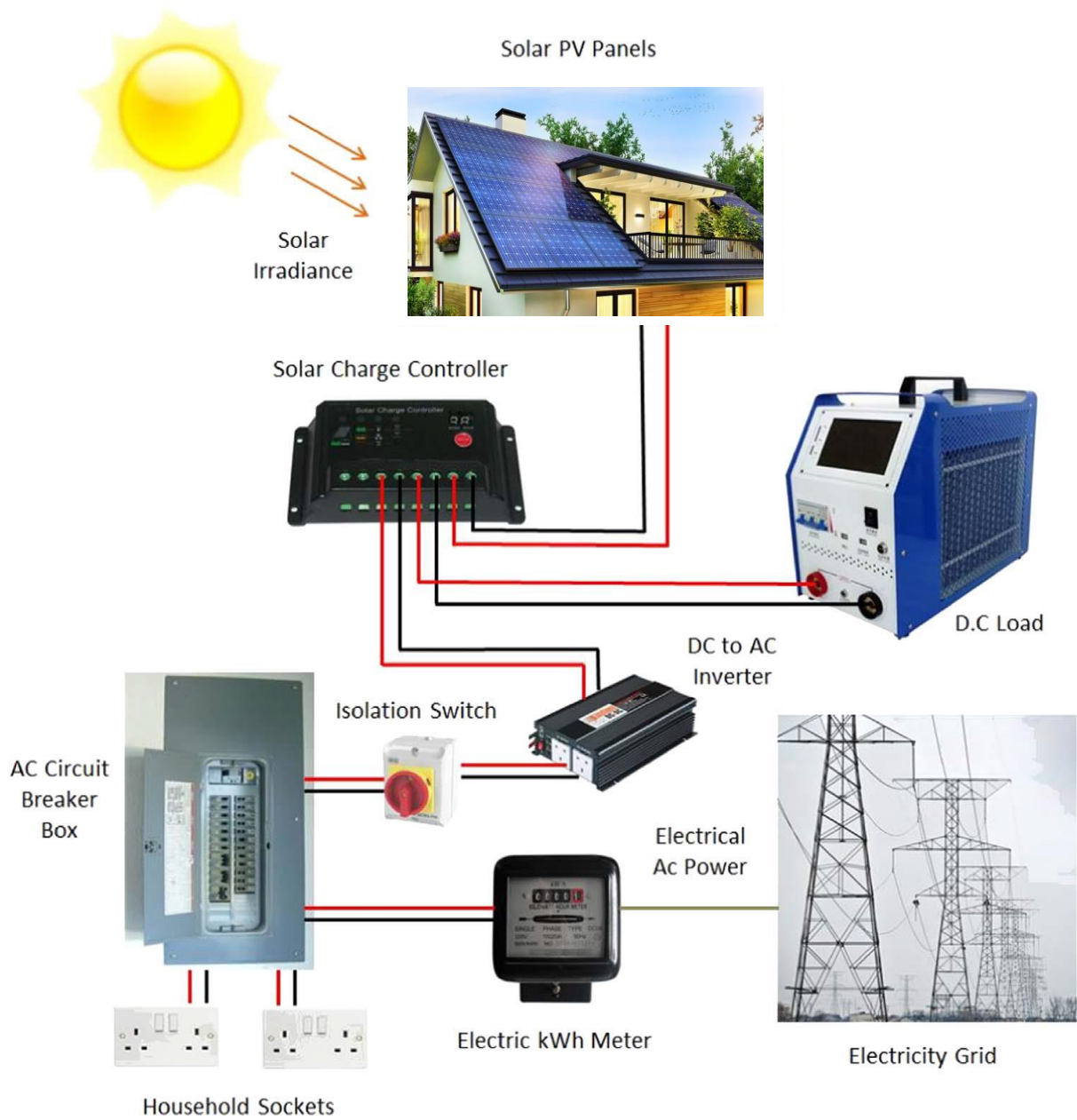


Gambar 5.7. Pemanfaatan *Solar Home System* pada Rumah Tangga dan Dampaknya Terhadap Pembangunan Berkelanjutan

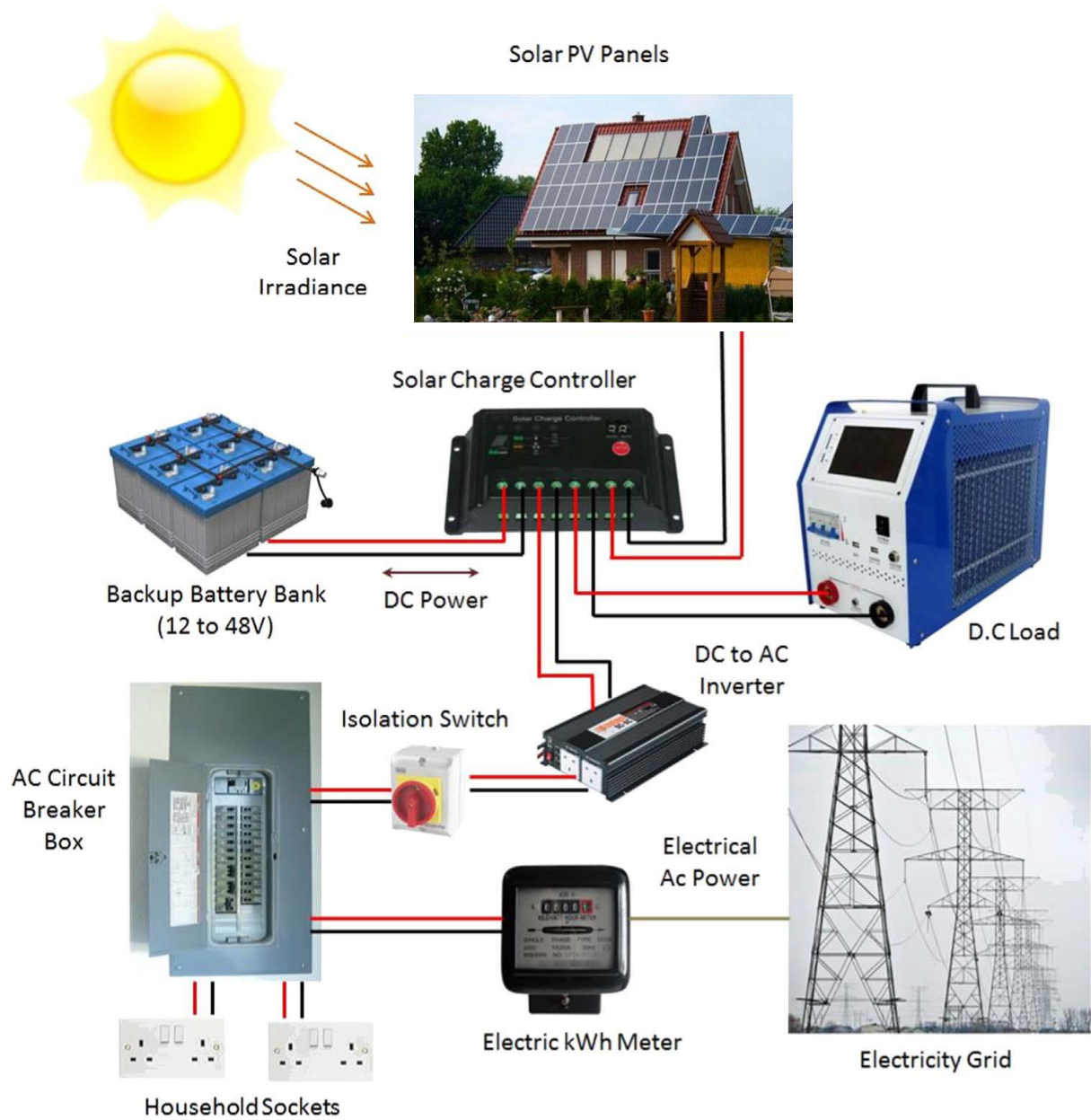
a. Konfigurasi Sistem PV yang Terhubung ke Jaringan

Sistem PV sebaiknya terhubung ke jaringan lokal. Hal ini untuk menghindari jika energi listrik yang dihasilkan oleh sistem PV, maka kekurangan energi listrik untuk kebutuhan rumah tangga dapat diambil dari dari jaringan, terutama pada malam hari. Sistem PV umumnya lebih banyak mensuplai energi listrik ke rumah tangga pada siang hari. Jika pada siang hari, sistem PV mempunyai kelebihan energi, maka kelebihan energi dapat disalurkan ke jaringan pada malam hari. Di sisi lain, jika panel-panel PV tidak dapat mencukupi kebutuhan beban dari rumah tangga, maka kekurangan daya dapat dikompensasi melalui jaringan. Dengan kata lain, listrik mengalir bolak-balik ke dan dari jaringan sesuai dengan ketersediaan radiasi matahari dan kebutuhan beban aktual pada sistem PV yang terhubung ke jaringan. Sistem PV yang terhubung ke jaringan sangat sederhana dan memiliki biaya pengoperasian dan pemeliharaan yang relatif rendah. Sistem PV yang terhubung ke jaringan langsung menyalurkan energi ke jaringan sehingga baterai yang mahal tidak diperlukan lagi. Komponen utama dari sistem PV yang terhubung ke jaringan adalah panel PV, konverter, meteran listrik, panel dan sekering pemutus AC, sakelar dan kabel pengaman, jaringan listrik, dan soket rumah tangga. Gambar 5.8 menunjukkan konfigurasi sistem tenaga listrik PV yang terhubung ke jaringan tanpa baterai. Panel PV harus dipilih sedemikian rupa sehingga mempunyai efisiensi sel yang tinggi dan suhu kerja yang tinggi agar lebih banyak energi yang dihasilkan dari susunan PV. Inverter adalah bagian terpenting dari sistem yang terhubung dengan jaringan listrik. Inverter berfungsi untuk mengubah listrik arus searah (DC) yang diperoleh dari susunan PV dan mengubahnya menjadi listrik arus bolak-balik (AC) pada tegangan dan frekuensi yang sesuai dengan jaringan untuk dikirim ke dalam jaringan ataupun untuk memasok kebutuhan beban rumah tangga. Meteran listrik digunakan untuk membaca aliran listrik ke dan dari jaringan. Jenis meteran kembar dapat digunakan, satu untuk energi listrik masuk dan yang lainnya untuk energi listrik keluar.

Sistem PV yang terhubung ke jaringan dengan cadangan baterai hampir sama dengan sistem tanpa baterai, kecuali sistem PV yang dilengkapi dengan cadangan baterai memiliki pengontrol pengisian daya. Fungsi utama pengontrol pengisian daya adalah untuk menentukan apakah daya yang dihasilkan oleh panel PV diperuntukkan untuk keperluan beban listrik di rumah tangga, atau untuk mengisi baterai yang akan dipergunakan nantinya (misalnya pada saat malam hari dimana energi listrik dari jaringan terputus karena ada gangguan). Sistem pembangkit listrik PV yang terhubung ke jaringan dengan cadangan baterai diperlihatkan pada Gambar 5.9.



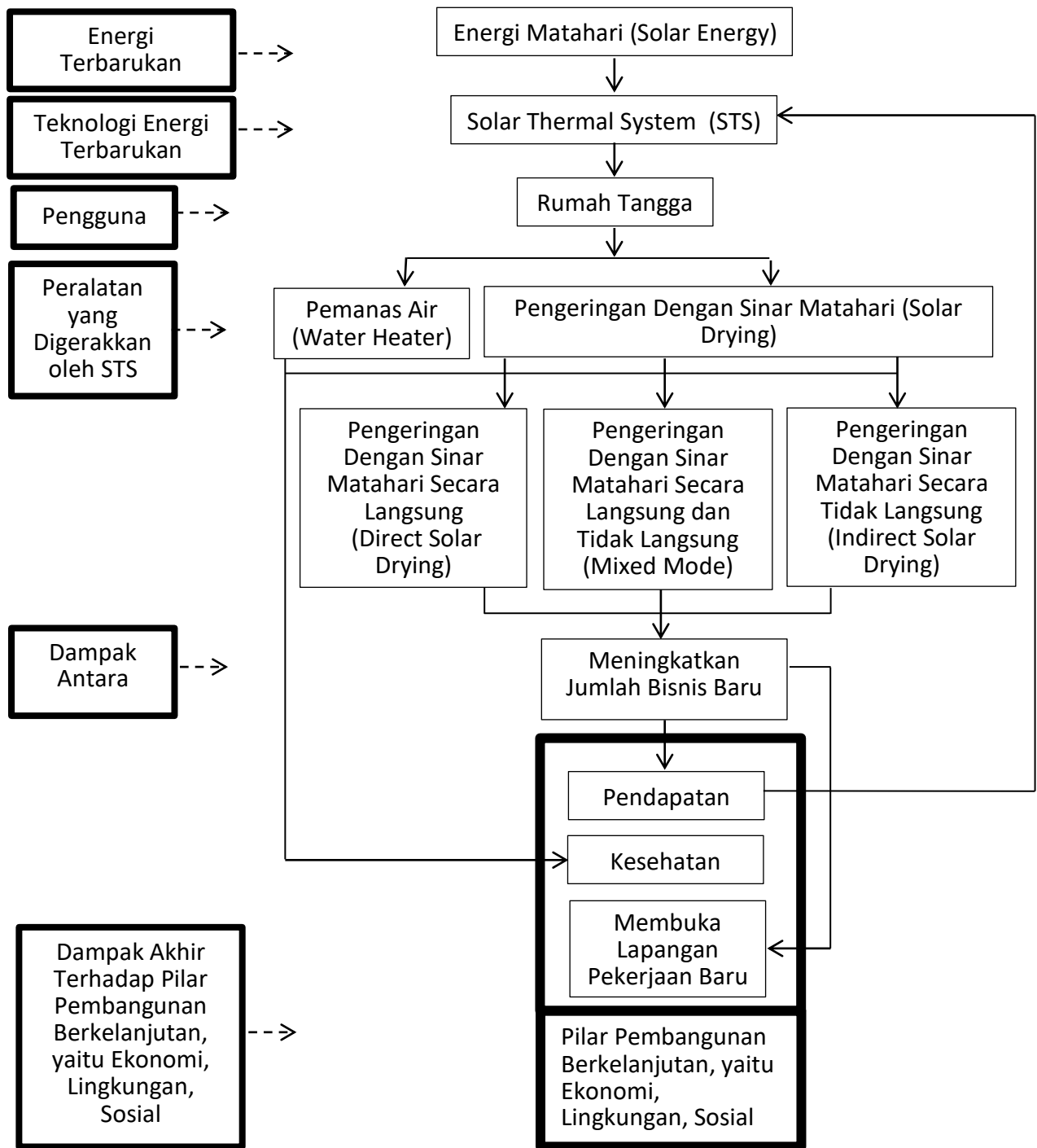
Gambar 5.8. Sistem PV yang Terhubung ke Jaringan Tanpa Baterai



Gambar 5.9. Sistem PV yang Terhubung ke Jaringan Dengan Baterai

5.4. Solar Thermal System dan Dampaknya Terhadap Pembangunan Berkelanjutan

Energi matahari ataupun energi surya selain dapat dimanfaatkan melalui solar panel, juga dapat dimanfaatkan melalui solar thermal. Artinya panas dari energi matahari tersebut langsung dimanfaatkan, misalnya untuk *water heater* (pemanas air) ataupun untuk pengering (*solar dryer*). Jadi water heater bisa dilakukan dengan memanfaatkan listrik yang didapat dari solar PV, dan bisa juga melalui solar thermal. Pengering dengan sinar matahari (*solar dryer*) dapat dilakukan secara langsung (*direct solar drying*), tidak langsung (*indirect solar drying*), serta gabungan keduanya (*mixed mode*). Water heater dan solar dryer dalam pengoperasian dengan menggunakan solar thermal tidak akan menyebabkan dampak lingkungan. Oleh karena itu pengoperasian water heater dan solar thermal akan tidak mempengaruhi tingkat kesehatan dari masyarakat Pulau Tidung. Solar dryer diharapkan akan meningkatkan jumlah Usaha Kecil dan Menengah (UKM), misalnya dalam bentuk industri makanan. Akibatnya, pendapatan masyarakatpun akan meningkat. Dengan meningkatnya pendapatan masyarakat, maka masyarakat dapat mengembangkan kapasitas *solar dryer* yang mereka miliki sehingga produktifitas merekapun semakin meningkat, Bertambahnya jumlah Usaha Kecil dan Menengah akan membuka lapangan pekerjaan baru di Pulau Tidung. Dengan demikian pendapatan per kapita masyarakat Pulau Tidung akan meningkat, dan akhirnya masyarakatnya akan semakin sejahtera. Banyak lagi dampak dari pemanfaatan solar thermal di Pulau Tidung, apakah dampak secara langsung ataupun tidak langsung. Dampak-dampak positif tersebut kalau dikelompokkan akan termasuk dalam kategori dampak terhadap ekonomi, lingkungan dan sosial, yaitu yang merupakan pilar dari pembangunan berkelanjutan. Jadi dengan memanfaatkan *solar thermal*, maka masyarakat Pulau Tidung mendukung program untuk meningkatkan penggunaan energi terbarukan dan mendukung pembangunan berkelanjutan.



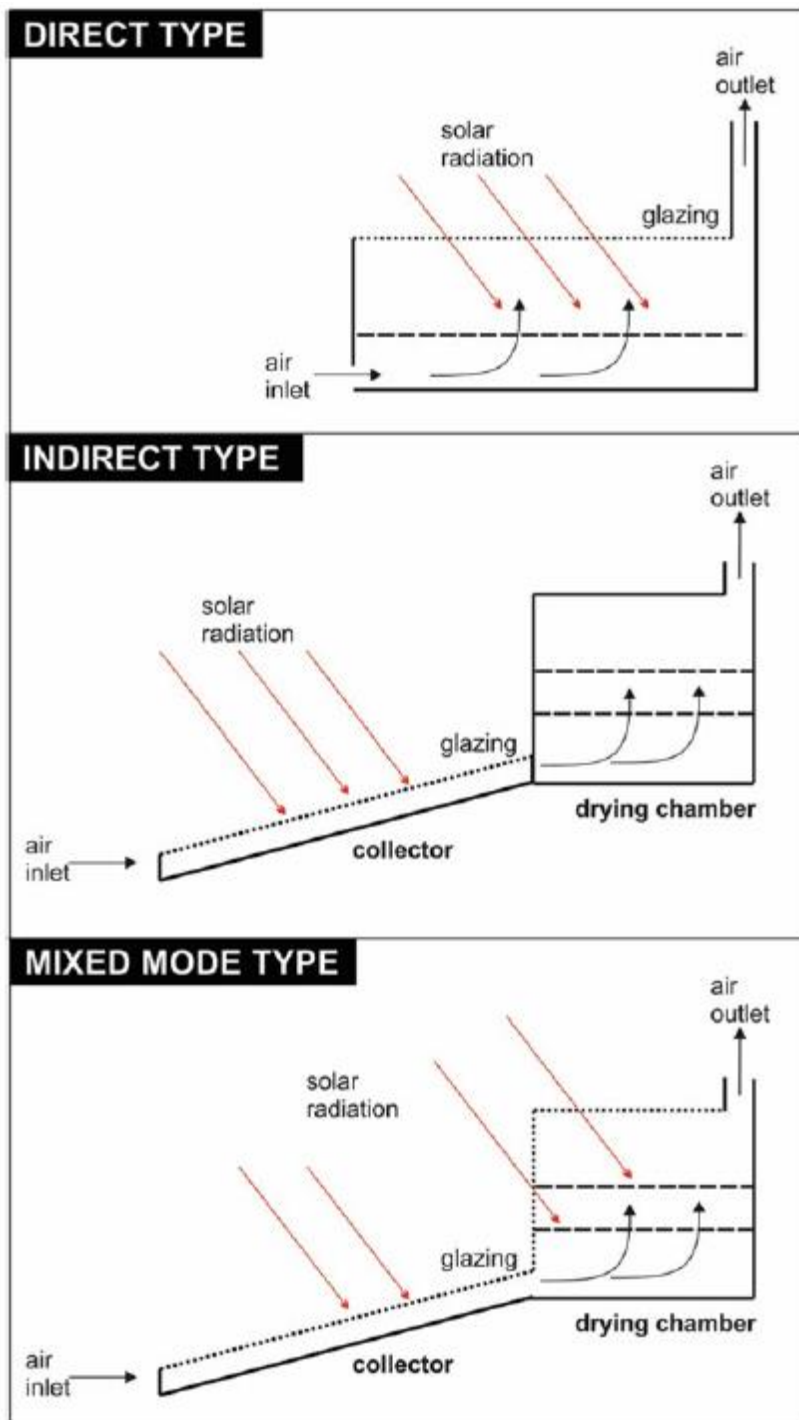
Gambar 5.10. Pemanfaatan *Solar Thermal System* pada Rumah Tangga dan Dampaknya Terhadap Pembangunan Berkelanjutan

5.5. Klasifikasi *Solar Dryer* (Pengeringan Dengan Sinar Matahari)

Pengeringan dengan paparan sinar matahari adalah salah satu metode tertua yang menggunakan energi matahari, untuk pengawetan makanan, seperti sayuran, buah-buahan, ikan, daging, dll. Sejak zaman prasejarah manusia menggunakan radiasi matahari sebagai satu-satunya sumber energi panas yang tersedia untuk mengeringkan dan mengawetkan semua bahan makanan, mengeringkan batu bata tanah untuk rumah, dan kulit binatang untuk pakaian.

Pengeringan (atau *dewatering*) adalah proses sederhana untuk menghilangkan kelebihan air (kelembaban) atau untuk mencapai kadar air sesuai dengan spesifikasi standar pada suatu objek. Tujuan mengurangi kadar air bahan makanan hingga tingkat tertentu adalah untuk memperlambat kerja enzim, bakteri, ragi, dan jamur. Dengan demikian makanan dapat disimpan dan diawetkan dalam waktu lama tanpa pembusukan. Tujuan lain dari pengeringan adalah untuk menghilangkan kelembaban sehingga objek yang dikeringkan tidak mempunyai kelembaban sama sekali. Untuk kasus makanan yang mengalami dehidrasi, ketika siap untuk digunakan, makanan tersebut disiram ulang untuk mendapatkan kembali kondisi awalnya.

Pengeringan dengan energi matahari adalah prosedur yang agak ekonomis untuk produk pertanian, terutama untuk produk dalam jumlah sedang hingga kecil. Selain itu, pengeringan dengan energi matahari tersebut merupakan ramah terhadap lingkungan. Pengeringan dengan energi sinar matahari sangat cocok untuk Usaha Kecil dan Menengah, misalnya produk pertanian dan bahan makanan, seperti buah-buahan, sayuran, jamu aromatik, kayu, dll untuk meningkatkan perekonomian komunitas pertanian kecil. Pengeringan dengan radiasi matahari (*solar drying*) dapat dibagi menjadi tiga kategori utama seperti yang diperlihatkan pada Gambar 5.11 , yaitu (i) *direct solar drying*, (ii) *indirect solar drying*, dan (iii) gabungan *direct* dan *indirect solar drying* atau *mixed mode*). Berikut ini akan dijelaskan masing-masing solar drying tersebut.



Gambar 5.11. Klasifikasi *Solar Dryer*

a. Pengering Tenaga Surya Langsung (*Direct Solar Dryer*)

Dalam pengering surya langsung atau *direct solar dryer* (juga disebut pengering surya tipe integral), objek yang akan dikeringkan ditempatkan di ruang pengering transparan atau setidaknya penutup transparan yang memungkinkan radiasi matahari disalurkan selama proses pengeringan. Jadi, radiasi matahari langsung mengenai produk yang sedang dikeringkan. Panas menurunkan kelembaban relatif udara pengering, yang menghasilkan

peningkatan kemampuan kelembaban dan menguapkan air dari objek yang dikeringkan. Selanjutnya, udara di ruang pengering diperluas, untuk memastikan sirkulasi dan pembuangan kelembapannya bersama dengan udara panas. Prinsip kerjanya diilustrasikan pada Gambar 5.11. Paparan langsung sinar matahari mempengaruhi dekomposisi sisa klorofil dalam jaringan sehingga menghasilkan warna yang tepat dari tanaman kehijauan selama proses pengeringan. Paparan langsung sinar matahari dianggap penting untuk perkembangan warna yang dibutuhkan untuk varietas tanaman tertentu seperti anggur dan kurma, kakao, dan kopi. Dalam kasus kopi Arabika, periode paparan sinar matahari dianggap sangat diperlukan untuk pengembangan rasa kacang panggang yang utuh. Pengering surya langsung umumnya lebih sederhana dalam konstruksi karena tidak memerlukan struktur yang rumit, seperti pengumpul dan saluran pemanas udara terpisah. Itulah mengapa mereka lebih murah dibandingkan dengan yang tidak langsung untuk kapasitas pengeringan yang sama. Pengering surya langsung memiliki batasan sebagai berikut:

- i. Perubahan warna tanaman karena paparan langsung radiasi matahari yang menyebabkan kualitas material (tanaman) yang dikeringkan menurun.
- ii. Kondensasi kelembaban di dalam penutup kaca kadang-kadang terjadi yang mengakibatkan berkurangnya transmisivitas.
- iii. Kadang-kadang kenaikan suhu tanaman yang tidak mencukupi mempengaruhi hilangnya kelembaban.
- iv. Penggunaan lapisan selektif yang terbatas pada pelat absorber.
- v. Proses pengeringan sangat lambat.

Contoh *direct solar dryer* dapat dilihat pada Gambar 5.11 dan Gambar 5.12, yaitu alat yang masing-masing digunakan untuk mengeringkan ikan dan buah-buahan.

b. Pengering Tenaga Surya Tidak Langsung (*Indirect Solar Dryer*)

Ini sering disebut pengering surya tipe terdistribusi. Di sini, objek yang akan dikeringkan ditempatkan dalam nampan atau rak di dalam ruang pengering tertutup yang tidak transparan dan dipanaskan oleh sirkulasi udara. Prinsip kerjanya diilustrasikan pada Gambar 5.11. Karena objek yang akan dikeringkan tidak langsung terkena radiasi matahari, perubahan warna dan retakan pada permukaan tanaman akan berkurang pada cara pengeringan seperti ini. Oleh karena itu, alat ini direkomendasikan untuk produk yang relatif sensitif seperti jamu, rempah-rempah, dan buah-buahan yang kandungan vitamin C-nya dapat dipengaruhi secara negatif oleh paparan langsung produk terhadap radiasi matahari. Struktur pengering surya tidak langsung (*indirect solar dryer*) relatif kompleks yang membutuhkan

lebih banyak modal dalam peralatan dan biaya pengoperasian dan pemeliharaan (*operation and maintenance*) yang lebih besar daripada unit direct solar dryer.

Kelemahan dari *indirect solar dryer* ini hanyalah biaya modal awal yang tinggi. sementara keuntungannya cukup banyak seperti:

- i. Tingkat pengeringan tinggi
- ii. Pengeringan dapat dikontrol secara ilmiah, memastikan kadar air yang tepat dari produk akhir, sesuai dengan spesifikasinya. Dengan demikian produk kering bisa disimpan dalam waktu lama.
- iii. Produk yang dipanaskan tidak mengalami perubahan warna.
- iv. Area permukaan yang lebih kecil untuk pemanasan jumlah material yang sama.
- v. Alat dapat meningkatkan produktifitas karena dapat dipergunakan lagi setelah beberapa jam dipergunakan.

Contoh *indirect solar dryer* dapat dilihat pada Gambar 5.13, yaitu alat yang digunakan untuk mengeringkan buah-buahan.

c. Pengering Tenaga Surya Moda Campuran (*Mixed Mode Type Solar Dryer*)

Pengering surya moda campuran (*mixed mode type solar dryer*) menggabungkan fitur pengering surya tipe langsung (*direct solar dryer*) dan pengering surya tipe tidak langsung (*indirect solar dryer*). Proses pengeringan dengan *mixed mode type* berlangsung melalui kombinasi radiasi sinar matahari dan udara yang sebelumnya dipanaskan dalam kolektor surya. Pengering surya moda campuran (*mixed mode type*) memiliki desain yang sama dengan tipe terdistribusi atau *indirect solar dryer* (yaitu, pengumpul udara surya, ruang pengering terpisah, dan cerobong asap); namun, dinding ruang pengering transparan, sehingga radiasi matahari langsung mengenai objek seperti pada kasus pengering langsung (*direct solar dryer*). Kekurangan dari *mixed mode type* adalah variasi suhu udara yang keluar dari kolektor.



5.12. Pengeringan Ikan Dengan Energi Surya Secara Langsung



5.13. Pengeringan Buah-Buahan Dengan Energi Surya Secara Langsung



5.13. Pengeringan Buah-Buahan Dengan Energi Surya Secara Tidak Langsung

VI. Kesimpulan

Masyarakat Pulau Tidung masih belum paham apa itu energi terbarukan dan apa dampaknya bagi pembangunan berkelanjutan. Oleh karena itu perlu sosialisasi yang lebih intens kepada masyarakat Pulau Tidung tentang energi terbarukan agar masyarakat Pulau Tidung paham apa itu energi terbarukan, serta dampaknya bagi ketiga pilar pembangunan berkelanjutan ekonomi, lingkungan, dan sosial. Perlu penjelasan bagi masyarakat Pulau Tidung tentang perlunya transisi ke energi terbarukan di Pulau Tidung mengingat meningkatkan kontribusi energi terbarukan dalam bauran energi di Indonesia merupakan salah satu kebijakan di bidang energi. Masyarakat Pulau Tidung melalui Pemerintah Daerah perlu mencanangkan agar Pulau Tidung menjadi *Green Island* sehingga mengarahkan pembangunannya menuju pembangunan pulau yang berkelanjutan agar Pulau Tidung bisa menjadi *role model* bagi pulau-pulau lainnya di Indonesia. Memanfaatkan potensi energi lokal seperti energi matahari merupakan tindakan yang dapat dilakukan pada saat sekarang ini sebagai langkah awal untuk menuju pembangunan berkelanjutan di Pulau Tidung. Perlu kebijakan yang bersifat lokal (*local policy*) agar pemanfaatan energi terbarukan seperti energi matahari bisa dipercepat dilakukan di Pulau Tidung. Kebijakan lokal di bidang pemanfaatan energi terbarukan dibuat sedemikian rupa sehingga sejalan dengan kebijakan pusat tentang capaian-capaian energi terbarukan di masa mendatang. Disamping itu perlu dibuat pelatihan untuk membuat alat-alat pengering energi surya (*solar dryer*) agar bisa memaksimalkan pemanfaatan *solar energy*. Untuk selanjutnya perlu dilakukan penelitian tentang potensi-potensi energi lokal yang lain yang termasuk dalam kategori energi terbarukan untuk mendukung pembangunan berkelanjutan di Pulau Tidung.

VII. Tim Pengabdian Kepada Masyarakat



Charles O. P. Marpaung menyelesaikan program S1 dalam bidang Teknik Elektro dari Institut Teknologi Bandung pada tahun 1986. Program Master diselesaikannya pada tahun 1990 dalam bidang Statistik Terapan dari Institut Pertanian Bogor. Pendidikan Doktor dalam bidang Energy Economics and Planning diselesaikannya pada tahun 1998 dari Asian Institute of Technology, Thailand. Charles O. P. Marpaung adalah Guru Besar pada Program Magister Teknik Elektro, Program Pascasarjana Universitas Kristen Indonesia. Charles O.P. Marpaung pernah menjadi Visiting Faculty pada Department of Electrical and Electronics Engineering, Sophia University, Tokyo-Japan pada tahun 2003 dan juga pada Energy Field of Study, Asian Institute of Technology pada tahun 2009-2013. Spesialisasi dari Charles O. P. Marpaung adalah dalam bidang environmental and economic implications of utility planning, energy-economy modeling, dan applied statistics in energy. Dia telah menulis lebih dari seratus karya ilmiah dan laporan penelitian sesuai dengan bidang keahliannya dan telah diterbitkan pada international refereed journals, international conferences, national journals, dan national conferences. Dia juga reviewer pada beberapa international journal.



Uras Siahaan menyelesaikan program S1 dalam bidang Arsitektur dari Institut Teknologi Bandung pada tahun 1974. Pada Tahun 1985 Uras Siahaan menyelesaikan program Master dalam bidang City and Regional Planning dari Karlsruhe West Germany dan Program Doktor pada tahun 1991 dari universitas yang sama. Uras Siahaan telah menyelesaikan banyak proyek penelitian dan telah mempublikasikannya di international journals, international conferences, national journals, dan national conferences. Dari tahun 1997 sampai 2007, Uras Siahaan menjadi Profesor Tamu pada Institut fur Regionalwissenschaft, Universitas Karlsruhe, Jerman. Uras Siahaan adalah Guru Besar pada Program Magister Arsitektur, Program Pascasarjana, Universitas Kristen Indonesia, dan pada saat sekarang ini Uras Siahaan menjabat sebagai Ketua pada program studi tersebut.



Stepanus Andi Saputra menyelesaikan program S1 dalam bidang Arsitektur dari Universitas Kristen Indonesia pada tahun 2016. Saat ini sedang menjalankan S2 bidang Arsitektur di Universitas Kristen Indonesia. Pekerjaan saat ini sebagai tenaga kependidikan (asisten lab) di Universitas Kristen Indonesia. Telah menyelesaikan Skripsi dengan judul “Pusat Rehabilitasi Narkoba dengan Tema Bangunan Sehat dan Aktivitas Pintar.



Saut Hamonangan Munthe menyelesaikan program S1 dalam bidang Arsitektur dari Universitas Kristen Indonesia pada tahun 2014. Saat ini sedang menjalankan S2 bidang Arsitektur di Universitas Kristen Indonesia. Pekerjaan saat ini sebagai tenaga kependidikan lebih tepatnya bagian sarana dan prasarana di Universitas Kristen Indonesia. Telah menyelesaikan Skripsi dengan judul “Pembuatan Sport Center Di Universitas Kristen Indonesia” untuk tesis S2 berencana mengambil judul “Pengembangan dan Perencanaan Kota dan Tata Wilayah Kota Sibolga”



Rani Sibarani menyelesaikan program S1 dalam bidang Ilmu Hukum. Pekerjaan saat ini sebagai tenaga kependidikan di Universitas Kristen Indonesia.

VIII. Daftar Pustaka

- Belessiotis, V., Delyannis, E. (2011). Solar drying, *Solar Energy* 85, pp. 1665–1691.
- Diallo, A., Moussa, R. K. (2020). The effects of solar home system on welfare in off-grid areas: Evidence from Cote d'Ivoire, *Energy* 194.
- Enongenea, K. E., Abandab, F. H., Otenec, I.J.J., Obid, S.I., Okafore, C. (2019). The potential of solar photovoltaic systems for residential homes in Lagos city of Nigeria, *Journal of Environmental Management* 244 pp. 247–256.
- Gebreslassie, M. G. (2020). Solar home systems in Ethiopia: Sustainability challenges and policy directions, *Sustainable Energy Technologies and Assessments* 42.
- George, A., Boxiong, S., Arowob, M., Ndoloc, P., Chebet, C., Shimmon, J. (2019). Review of solar energy development in Kenya: Opportunities and challenges. *Renewable Energy Focus* Volume 29.
- George, A., Boxiong, S., Arowob, M., Ndoloc, P., Chepsaigutt-Chebet, Shimmon, J. (2019). Review of solar energy development in Kenya: Opportunities and challenges, *Renewable Energy Focus* Volume 29.
- Huang, J., Li, W., Guo, L., Hu, X., Hall, J. W. (2020). Renewable energy and household economy in rural China, *Renewable Energy* 155.
- Mondal, A. H., Klein, D. (2011). *Impacts of solar home systems on social development in rural Bangladesh*, *Energy for Sustainable Development* 15 pp. 17–20
- International Institute for Industrial Environmental Economics (IIIEE) (2012). *Energising Local Capacities: Seven Pathways Towards Resource Efficiency*. Lund. IIIEE.
- J. Lee, M. Shepley, Benefits of solar photovoltaic systems for low-income families in social housing of Korea: Renewable energy applications as solutions to energy poverty, *Journal of Building Engineering* (2019), doi: <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2019.101016>.
- Leaman, C. (2015). The benefits of solar energy. *Renewable Energy Focus* Volume 16 Number 5–6.
- Lee, J., Shepley, M. (2019). Benefits of solar photovoltaic systems for low-income families in social housing of Korea: Renewable energy applications as solutions to energy poverty. *Journal of Building Engineering*, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2019.101016>.
- Prakash, O., Kumar, A. (2017). *Solar Drying Technology Concept, Design, Testing, Modeling, Economics, and Environment*. Springer, Singapore.
- Rehman, S., Ahmed, M. A., Mohammed, M. H., Al-Sulaiman, F. A. (2017). Feasibility study of the grid connected 10 MW installed capacity PV power plants in Saudi Arabia, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 80 pp. 319–329.
- Shrivastava, V. , Kumar, A., Prashant Baredar, P. (2015). Developments in Indirect Solar Dryer: A Review, *International Journal of wind and Renewable Energy* Volume 3 Issue 4 pp, 67-74.
- Stojanovski, O., Thurber, M., Wolak, F. (2017). Rural energy access through solar home systems: Use patterns and opportunities for improvement, *Energy for Sustainable Development* 37 pp. 33–50.
- Wassie, Y. T., Adaramola, M. S. (2021), Socio-economic and environmental impacts of rural electrification with Solar Photovoltaic systems: Evidence from southern Ethiopia, *Energy for Sustainable Development* 60 pp. 52–66.

IX. Lampiran

SERTIFIKAT

Nomor : 001/PT/XII/2020

Sekretaris Kelurahan Pulau Tidung, H. Saudin, S.IP

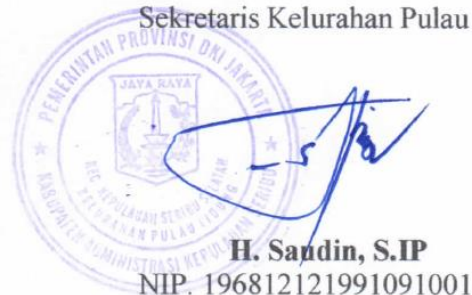
Menyatakan penghargaan pada Rombongan Program Studi Magister Arsitektur, Program Pascasarjana, Universitas Kristen Indonesia atas terselenggaranya kegiatan Penelitian dan Pengabdian Pada Masyarakat di Pulau Tidung “Rumah Sehat, Pemanfaatan Energi Terbarukan, dan Ekosistem yang Berkelanjutan” pada bulan Desember 2020, dan ucapan terima kasih pada :

1. Prof. Dr. Ir. James E.D Rilatupa, M.Si
2. Prof. Dr. Ir. Charles O.P Marpaung, M.S
3. Prof. Dr.-Ing. Ir. Uras Siahaan, lic.rer.reg.
4. Dr. Yophie Septyadi, ST., M.Si
5. Dr. Aartje Tehupeiory, S.H., M.H
6. Dr. Ramos Pasaribu, S.T., M.T
7. Saut Hamonangan Munthe, S.T
8. Stepanus Andy Saputra, S.T
9. Rani Sibarani, S.H

Yang telah berpartisipasi aktif pada penyelenggaraan Kegiatan Penelitian dan Pengabdian Pada Masyarakat ini dengan baik.

Jakarta, 10 Desember 2020

Sekretaris Kelurahan Pulau Tidung



H. Saudin, S.IP
NIP. 196812121991091001