

**SISTEM PENGELOLAAN ENERGI DAN PEMANFAATAN ENERGI LISTRIK
DI KAWASAN GEOPARK
(Studi Kasus : Desa Pinggan dan Desa Blandingan)**

Oleh :

Tjok Istri Widyani Utami Dewi Sudira
Dosen Universitas Mahasaraswati Mataram

Abstrak : Energi listrik saat ini telah menjadi kebutuhan masyarakat yang sangat penting. Kegiatan sehari-hari masyarakat kini banyak dibantu oleh ketersediaan energi listrik. Energi Listrik disuplai dari Perusahaan Listrik Negara (PLN). Bagi masyarakat yang tinggal di kota-kota besar, ketersediaan listrik tidak perlu dikhawatirkan. Namun lain halnya dengan masyarakat yang tinggal di kawasan pedalaman. Perusahaan Listrik Negara belum mampu menjangkau hingga kawasan terpencil. Solusi yang tepat untuk mengatasi ketiadaan energi listrik di daerah tersebut adalah mengubah cahaya matahari yang melimpah menjadi energi listrik menggunakan teknologi *photovoltaic*. *Solar Home System* (SHS) merupakan sistem PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) yang sangat sederhana. PLTS-SHS ini diperuntukan bagi penduduk di pedesaan yang belum mendapatkan jaringan listrik PLN. Didesain untuk pemakaian rumah-rumah di pedesaan untuk penerangan dan untuk menyuplai peralatan elektronik sederhana. Penyusunan jurnal ini menjadi pembuka dan pemberi informasi seputar ketersediaan dan potensi energi listrik yang dapat dikembangkan dikemudian hari. Sumber energi listrik yang dapat teridentifikasi saat ini di kawasan Geopark adalah dilayani oleh PLN, pada Kawasan di Dalam Kaldera Geopark Batur masih terdapat desa yang tingkat pelayanan listriknya belum optimal. Diharapkan adanya peningkatan pelayanan terhadap titik-titik lokasi yang belum atau sulit dijangkau oleh PLN, sehingga tidak ada lagi desa-desa yang terbelakang dengan menggunakan penerangan yang berasal dari bahan bakar minyak tanah.

Kata kunci : energi listrik, kawasan geopark

PENDAHULUAN

Kawasan Gunung Batur terkenal sebagai obyek wisata andalan Kabupaten Bangli. Gunung Batur merupakan sebuah gunung berapi aktif di Kecamatan Kintamani yang terletak di barat laut Gunung Agung. Gunung Batur memiliki kaldera berukuran 13,8 x 10 km dan merupakan salah satu yang terbesar di dunia. Pematang kaldera tingginya berkisar antara 1267 m - 2152 m. Di dalam kaldera tersebut terdapat danau yang berbentuk bulan sabit yang menempati bagian tenggara yang panjangnya sekitar 7,5 km, lebar maksimum 2,5 km, kelilingnya sekitar 22 km dan luasnya sekitar 16 km² yang dinamakan Danau Batur. Kaldera Gunung Batur diperkirakan terbentuk akibat dua letusan besar, 29.300 dan 20.150 tahun yang lalu.

Geopark atau disebut taman bumi itu merupakan suatu kawasan yang istimewa di atas Bumi. Tempat ini dilindungi dan dijaga kelestariannya karena memiliki nilai ekologi dan warisan budaya yang berfungsi sebagai daerah konservasi dan riset ilmu pengetahuan, edukasi, pelestarian budaya, peningkatan peranan wanita, serta bermanfaat bagi penduduk di sekitarnya. Geopark Kaldera Gunung Batur resmi masuk dalam jaringan geopark dunia (Global Geopark Network) UNESCO pada 20 September 2012 yang lalu, pada Konferensi Geopark ke-11 di Portugal.

Dengan masuknya Kaldera Gunung Batur dalam jaringan geopark dunia, para peneliti dan ribuan turis manca negara tertarik akan keistimewaan Kaldera Gunung Batur.

Eksplorasi kawasan gunung batur tidak hanya terbatas pada potensi ekologi, pariwisata dan budaya yang menjadi sumber inspirasi penelitian mengenai kawasan Geopark, sistem pengelolaan energi dan pemanfaatan energi di kawasan ini pun turut menjadi perhatian para perencana kawasan. Pengelolaan dan pemanfaatan energi listrik di kawasan geopark saat ini disuplai dari Perusahaan Listrik Negara, namun masih terdapat beberapa titik yang tidak terjangkau oleh PLN sehingga masyarakat pedalaman cenderung menggunakan penerangan yang berasal dari bahan bakar minyak tanah.

Pemerintah diharapkan dapat segera mengatasi permasalahan suplai sumber energi listrik tersebut. Energi listrik saat ini telah menjadi kebutuhan bagi masyarakat. Sebagian besar kegiatan masyarakat memanfaatkan energi listrik. Sumber energi listrik tidak hanya dapat disuplai dari PLN, namun dapat pula memanfaatkan beberapa alternatif sumber energi terbarukan maupun tak terbarukan lainnya. Energi terbarukan terdiri atas : (a) energi panas

bumi atau geothermal, (b) energi surya, (c) energi angin, (d) energi air, (e) energi biomassa.

Sedangkan Energi tak terbarukan adalah energi yang diperoleh dari sumber daya alam yang waktu pembentukannya sampai jutaan tahun. Dikatakan tak terbarukan karena, apabila sejumlah sumbernya dieksploitasikan, maka untuk mengganti sumber sejenis dengan jumlah sama, baru mungkin atau belum pasti akan terjadi jutaan tahun yang akan datang. Hal ini karena, disamping waktu terbentuknya yang sangat lama, cara terbentuknya lingkungan tempat terkumpul bahan dasar sumber energi inipun tergantung dari proses dan keadaan geologi saat itu. Contoh dari energi tak terbarukan yang sangat dikenal, yaitu minyak bumi, nuklir dan gas alam. Dari cara terbentuknya, Minyak bumi atau minyak mentah merupakan senyawa hidrokarbon yang berasal dari sisa-sisa kehidupan purbakala (fosil), baik berupa hewan, maupun tumbuhan.

Sumber-sumber energi yang telah disebutkan diatas tidak serta merta dapat dikelola dan dimanfaatkan secara langsung. Perlu adanya observasi mendalam untuk menentukan sumber energi yang paling tepat untuk dikelola dan dimanfaatkan oleh penduduk desa setempat, khususnya titik-titik yang tidak terjangkau oleh Perusahaan Listrik Negara.

TINJAUAN PUSTAKA

Sumber energi adalah sumber daya alam yang dapat diolah oleh manusia sehingga dapat digunakan bagi pemenuhan kebutuhan energi. Sumber energi terbagi dalam dua jenis, antara lain sumber energi terbarukan dan sumber energi tak terbarukan.

Energi terbarukan merupakan energi berkelanjutan, karena senantiasa tersedia di alam dalam waktu yang relatif sangat panjang sehingga tidak perlu khawatir atauantisipasi akan kehabisan sumbernya. Contoh dari energi terbarukan adalah:

a. Energi Panas Bumi atau *Geothermal*

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 : (a) sebagai tenaga pembangkit listrik dan digunakan dalam bentuk listrik, (b) sebagai sumber panas yang dimanfaatkan secara langsung menggunakan pipa ke perut bumi, (c) 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 adalah energi yang menentukan temperatur suatu benda. Energi panas

bumi berasal dari energi hasil pembentukan planet (20%) dan peluruhan radioaktif dari mineral (80%). Gradien panas bumi, yang didefinisikan dengan perbedaan temperatur antara inti bumi dan permukaannya, mengendalikan konduksi yang terus menerus terjadi dalam bentuk energi panas dari inti ke permukaan bumi.

Temperatur inti bumi mencapai lebih dari 5000 °C. Panas mengalir secara konduksi menuju bebatuan sekitar inti bumi. Panas ini menyebabkan bebatuan tersebut meleleh, membentuk magma. Magma mengalirkan panas secara konveksi dan bergerak naik karena magma yang berupa bebatuan cair memiliki massa jenis yang lebih rendah dari bebatuan padat. Magma memanaskan kerak bumi dan air yang mengalir di dalam kerak bumi, memanaskannya hingga mencapai 300 °C. Air yang panas ini menimbulkan tekanan tinggi sehingga air keluar dari kerak bumi.

Energi panas bumi dari inti bumi lebih dekat ke permukaan di beberapa daerah. Uap panas atau air bawah tanah dapat dimanfaatkan, dibawa ke permukaan, dan dapat digunakan untuk membangkitkan listrik. Sumber tenaga panas bumi berada di beberapa bagian yang tidak stabil secara geologis seperti Islandia, Selandia Baru, Amerika Serikat, Filipina, dan Italia. Dua wilayah yang paling menonjol selama ini di Amerika Serikat berada di kubah Yellowstone dan di utara California. Islandia menghasilkan tenaga panas bumi dan mengalirkan energi ke 66% dari semua rumah yang ada di Islandia pada tahun 2000, dalam bentuk energi panas secara langsung dan energi listrik melalui pembangkit listrik. 86% rumah yang ada di Islandia memanfaatkan panas bumi sebagai pemanas rumah.

b. Energi Surya

Energi terbarukan selanjutnya adalah energi matahari atau energi surya. Energi ini dikumpulkan secara langsung dari cahaya matahari. Tenaga surya dapat digunakan untuk menghasilkan listrik menggunakan sel surya, menghasilkan listrik menggunakan menara surya, memanaskan gedung secara langsung, memanaskan gedung melalui pompa panas, dan memanaskan makanan menggunakan oven surya.

Tentu saja matahari tidak memberikan energi yang konstan untuk setiap titik di bumi, sehingga penggunaannya terbatas. Sel surya sering digunakan untuk mengisi daya baterai, di siang hari dan daya dari baterai tersebut digunakan di malam hari ketika cahaya matahari tidak tersedia.

c. Energi Angin

Perbedaan temperatur di dua tempat yang berbeda menghasilkan tekanan udara yang berbeda,

sehingga menghasilkan angin. Angin adalah gerakan materi (udara) dan telah diketahui sejak lama mampu menggerakkan turbin. Turbin angin dimanfaatkan untuk menghasilkan energi kinetik maupun energi listrik. Energi yang tersedia dari angin adalah fungsi dari kecepatan angin. Ketika kecepatan angin meningkat, maka energi keluarannya juga meningkat hingga ke batas maksimum energi yang mampu dihasilkan turbin tersebut. Wilayah dengan angin yang lebih kuat dan konstan seperti lepas pantai dan dataran tinggi, biasanya diutamakan untuk dibangun "ladang angin".

Energi angin yang tersedia di atmosfer lima kali lebih besar daripada konsumsi energi dunia saat ini. Potensi energi angin di darat dan dekat pantai sekitar 72 TW (tera watt) yang melebihi lima kali lebih banyak dari penggunaan energi dunia saat ini dalam segala bentuk. Ketika berbicara mengenai kekurangan energi angin, hal pertama yang harus disebutkan adalah ketersediaan angin. Di beberapa tempat angin kencang sering ditemui yang membuat pemanfaatan energi angin menjadi sangat mudah, sementara di beberapa tempat angin tidak cukup kuat untuk menciptakan listrik yang memadai.

Biaya instalasi tenaga angin yang masih relatif tinggi merupakan kelemahan lain dari energi angin. Secara kasar, dibutuhkan sekitar 10 tahun untuk mengembalikan biaya instalasi energi angin. Memang, ini bukan waktu yang sangat panjang, namun biaya instalasinya yang besar masih menjadi penghalang bagi banyak orang untuk memanfaatkan energi angin.

d. Energi Air

Energi air digunakan karena memiliki massa dan mampu mengalir. Air memiliki massa jenis 800 kali dibandingkan udara. Bahkan gerakan air yang lambat mampu diubah ke dalam bentuk energi lain. Turbin air didesain untuk mendapatkan energi dari berbagai jenis reservoir, yang diperhitungkan dari jumlah massa air, ketinggian, hingga kecepatan air. Energi air dimanfaatkan dalam bentuk : (a) bendungan pembangkit listrik, (b) mikrohidro yang dibangun untuk membangkitkan listrik hingga skala 100 kilowatt. Umumnya dipakai di daerah terpencil yang memiliki banyak sumber air, dan (c) *Run-of-the-river* yang dibangun dengan memanfaatkan energi kinetik dari aliran air tanpa membutuhkan reservoir air yang besar.

e. Energi Biomassa

Tumbuhan biasanya menggunakan fotosintesis untuk menyimpan tenaga surya, udara, dan CO₂. Bahan bakar bio (biofuel) adalah bahan bakar yang diperoleh dari biomassa - organisme atau produk

dari metabolisme hewan, seperti kotoran dari sapi dan sebagainya. Ini juga merupakan salah satu sumber energi terbarukan. Biasanya biomassa dibakar untuk melepas energi kimia yang tersimpan di dalamnya, pengecualian ketika biofuel digunakan untuk bahan bakar fuel cell (misal direct methanol fuel cell dan direct ethanol fuel cell).

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

Biomassa menjadi sumber energi terbarukan jika laju pengambilan tidak melebihi laju produksinya, karena pada dasarnya biomassa merupakan bahan yang diproduksi oleh alam dalam waktu relatif singkat melalui berbagai proses biologis. Berbagai kasus penggunaan biomassa yang tidak terbarukan sudah terjadi, seperti kasus deforestasi jaman romawi, dan yang sekarang terjadi, deforestasi hutan amazon. Gambut juga sebenarnya biomassa yang pendefinisianya sebagai energi terbarukan cukup bias karena laju ekstraksi oleh manusia tidak sebanding dengan laju pertumbuhan lapisan gambut.

Ada tiga bentuk penggunaan biomassa, antara lain (a) 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 dan minyak hewani serta lemak. Tergantung potensi setiap daerah, jagung, gula bit, tebu, dan beberapa jenis rumput dibudidayakan untuk menghasilkan bioetanol. Sedangkan biodiesel dihasilkan dari tanaman atau hasil tanaman yang mengandung minyak (kelapa sawit, kopra, biji jarak, alga) dan telah melalui berbagai proses seperti esterifikasi. (b) biomassa padat. Penggunaan langsung biasanya dalam bentuk padatan yang mudah terbakar, baik kayu bakar atau tanaman yang mudah terbakar. Tanaman dapat dibudidayakan secara khusus untuk pembakaran atau dapat digunakan untuk keperluan lain, seperti diolah di industri tertentu dan limbah hasil pengolahan yang bisa dibakar dijadikan bahan bakar. Pembuatan briket biomassa juga menggunakan biomassa padat, di mana bahan bakunya bisa berupa potongan atau serpihan biomassa padat mentah atau yang telah melalui proses tertentu seperti pirolisis untuk meningkatkan persentase karbon dan mengurangi kadar airnya. Biomassa padat juga bisa diolah dengan cara gasifikasi untuk menghasilkan gas. Dan (c) biogas. Berbagai bahan organik, secara biologis dengan

fermentasi, maupun secara fisiko-kimia dengan gasifikasi, dapat melepaskan gas yang mudah terbakar. Biogas dapat dengan mudah dihasilkan dari berbagai limbah dari industri yang ada saat ini, seperti produksi kertas, produksi gula, kotoran hewan peternakan, dan sebagainya. Berbagai aliran limbah harus diencerkan dengan air dan dibiarkan secara alami berfermentasi, menghasilkan gas metana. Residu dari aktivitas fermentasi ini adalah pupuk yang kaya nitrogen, karbon, dan mineral.

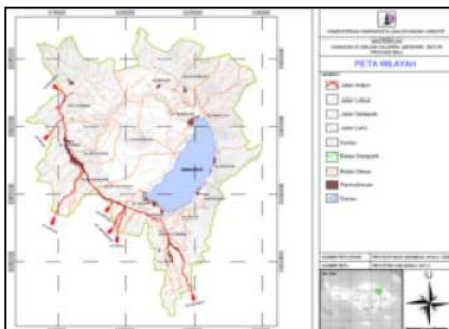
Sedangkan Energi tak terbarukan adalah energi yang diperoleh dari sumber daya alam yang waktu pembentukannya sampai jutaan tahun. Dikatakan tak terbarukan karena, apabila sejumlah sumbernya dieksploitasikan, maka untuk mengganti sumber sejenis dengan jumlah sama, baru mungkin atau belum pasti akan terjadi jutaan tahun yang akan datang. Contoh dari energi tak terbarukan yang sangat dikenal, yaitu minyak bumi, nuklir dan gas alam. Dari cara terbentuknya, Minyak bumi atau minyak mentah merupakan senyawa hidrokarbon yang berasal dari sisa-sisa kehidupan purbakala (fosil), baik berupa hewan, maupun tumbuhan.

METODOLOGI

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian kualitatif dengan paradigma fenomenologi. Lokasi dalam penelitian ini adalah 15 (lima belas) desa yang telah ditetapkan sebagai Kawasan Daya Tarik Wisata Khusus (KDTWK). Kelima belas desa tersebut, yaitu Desa Kintamani, Trunyan, Buahman, Kedisan, Sukawana, Abang Songan, Pinggan, Blandingan, Batur Selatan, Batur Tengah, Batur Utara, Suter, Abang Batu Dingding, Songan A, dan Songan B. Seluruh desa yang menjadi lokasi penelitian masuk ke dalam kawasan geopark hingga mencapai diameter 13,8 kilometer atau sebagai indikasi batas adalah cincin bukit (ring) terluar dari kaldera.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dibatasi pada zona atau titik lokasi pencapaian Perusahaan Listrik Negara kurang dari 50% dan titik tanpa aliran listrik.



Gambar 1. Peta Wilayah Geopark

Tabel 1. Jumlah Penduduk dan Kepadatan Penduduk per Desa pada Kawasan di dalam Kaldera Geopark Batur

No	Desa/Kelurahan	Luas (km ²)	L	P	Jumlah	Kepadatan Penduduk (jiwa/km ²)
1	Sukawana	32,61	2.546	2.213	4.559	136
2	Teranyan	19,63	1.844	1.794	3.638	184
3	Pinggan	16,53	861	812	1.673	101
4	Kintamani	15,13	2.994	2.721	5.425	359
5	Songan A	17,81	2.742	2.670	5.372	316
6	Songan B	11,88	2.568	2.484	5.052	304
7	Batur Selatan	13,66	2.439	2.700	5.179	374
8	Batur Tengah	4,74	1.254	1.245	2.499	527
9	Batur Utara	3,36	873	877	1.750	521
10	Kedisan	11,75	858	882	1.740	148
11	Buahan	14,33	963	819	1.782	121
12	Suter	12,56	879	881	1.760	140
13	Abangbatudinding	14,33	1.139	1.246	2.385	166
14	Abangbatangan	7,88	579	597	1.176	149
15	Blandingan	6,69	473	474	947	141
Jumlah		201,70	22.971	22.825	45.546	223

Sumber: Kintamani dalam Anglin, 2012

Berdasarkan data diatas, sumber energi yang memungkinkan di kelola dan dimanfaatkan di kawasan geopark adalah energi surya. Pemilihan ini didasarkan dari tingkat efisiensi dan dimensi lahan yang tersedia di lokasi atau zona perencanaan.

Tabel 2. Identifikasi Kelemahan Sumber Energi pada Kawasan Geopark Batur

No.	Jenis Sumber Energi	Kelemahan
1.	Energi Panas Bumi	Kawasan sumber mata air panas terdiri dari batuan gunung api yang memiliki karakteristik batuan yang keras, sehingga kurang efektif jika dilakukan pengeboran sumber energi panas bumi.
2.	Energi Angin	Tidak adanya lahan yang memadai untuk membangun turbin, selain itu gerakan turbin dapat menghasilkan suara yang mengganggu.
3.	Energi Air	Sumber energi air tidak akan memungkinkan di rencanakan pada kawasan Geopark karena tidak teridentifikasi lokasi dengan gerakan air yang mampu diubah menjadi energi listrik.
4.	Energi Biomassa	Pernah dilaksanakan, namun tidak efektif karena kurangnya pengetahuan masyarakat akan pengelolaan (pemisahan jenis) sampah di kawasan Geopark, sehingga mesin-mesin pembakaran pun tidak terawat.
5.	Energi Fosil	Tidak ditemukan adanya kandungan minyak bumi.

Energi surya menjadi alternatif terpilih karena panel surya dapat diletakkan pada atap rumah-rumah penduduk. Selain itu pemeliharaan panel surya pun dilakukan dalam kurun waktu lebih 25 tahun.

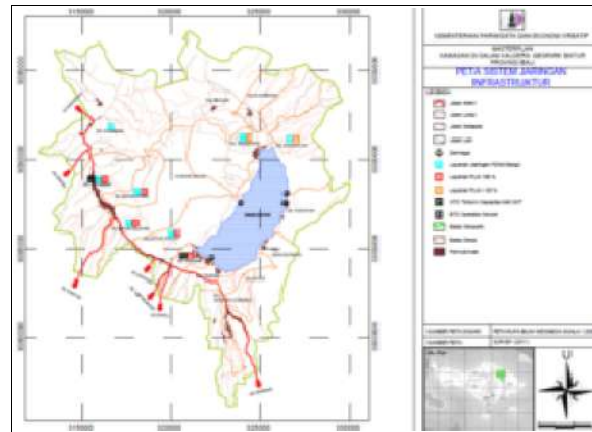


Gambar 2. Solar Home System

Penerapan teknologi tenaga surya untuk kebutuhan listrik daerah terpencil dapat dilakukan dengan berbagai macam sistem pembangkit listrik tenaga surya, seperti pembangkit listrik hybrida yaitu gabungan antara sumber energi surya dengan sumber energi lainnya, yang paling umum adalah penggabungan energi surya dengan energi mesin diesel atau sumber energi *mikro-hydro*. Sistem tenaga surya lainnya adalah "Solar Home System" (SHS), yang terdiri dari panel modul surya, baterai, alat pengontrol dan lampu, sistem ini dipasang pada masing-masing rumah dengan modul fotovoltaik dipasang diatas atap rumah. Sistem ini biasanya mempunyai modul fotovoltaik dengan kapasitas daya 50 Wp dimana pada radiasi matahari rata-rata harian 4,5 Kwh/m² akan menghasilkan energi kurang lebih 125 s/d 130 watt-jam. Sistem bekerja secara otomatis, tidak mengakibatkan polusi dan tidak menghasilkan gelombang elektromagnetik serta tidak membahayakan lingkungan.

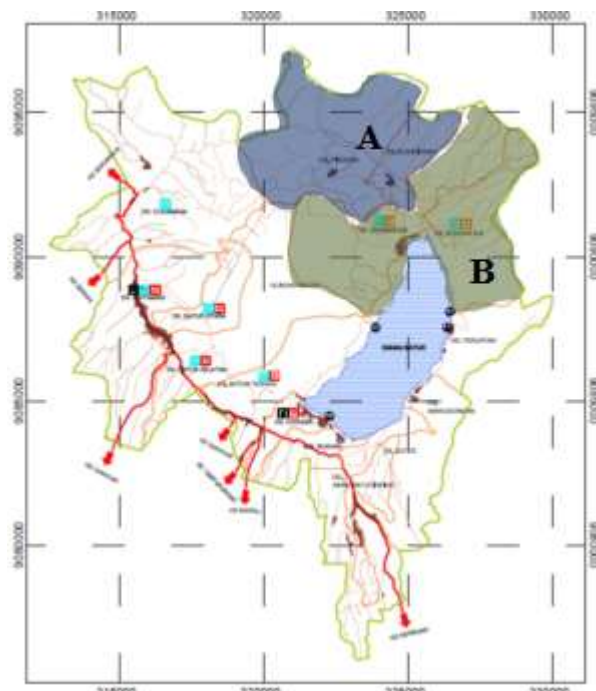
Pemilihan sistem ini dalam penerapannya di pedesaan didasarkan atas kajian pertimbangan factor-faktor berikut : (a) pola pemukiman antara rumah di desa cukup menyebar, (b) sulit untuk mendapatkan transportasi darat atau laut, (c) belum memerlukan integrasi dengan pembangkit lain, (d) modular, dan mudah dikembangkan, (e) kapasitas kecil sehingga mudah untuk di instalasi, (f) harga terjangkau, (g) radiasi matahari sebagai sumber energi mencukupi, dan (h) tidak tergantung terhadap BBM.

Berikut merupakan zona yang tepat dalam pengelolaan dan pemanfaatan Solar Home System.



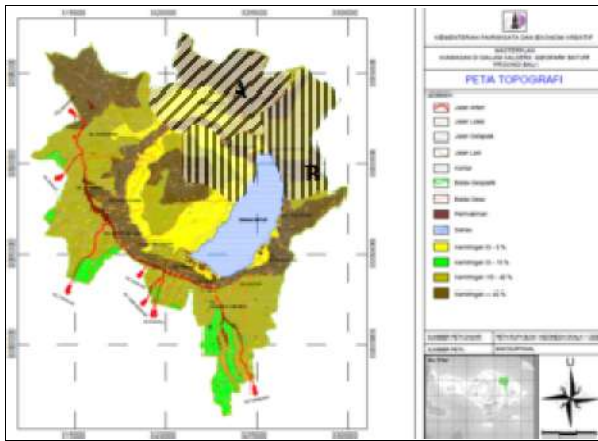
Gambar 3. Peta Lokasi Daerah Terjangkau PLN

Gambar 4 menunjukkan lokasi perencanaan *Solar Home System*. Lokasi A menunjukkan Desa Pinggan dan Desa Blandingan. Kedua desa tersebut merupakan desa yang tidak dilalui oleh PLN. Sedangkan Lokasi B merupakan Desa Songan A dan B. Kedua desa ini dilalui listrik PLN kurang dari 50%. Desa tersebut terbilang memiliki medan yang cukup berbahaya untuk dilalui.



Gambar 4. Peta Lokasi Perencanaan Solar Home System

Gambar 5 menunjukkan lokasi kondisi topografi empat desa kawasan perencanaan. Lokasi A menunjukkan Desa Pinggan dan Desa Blandingan. Sedangkan Lokasi B merupakan Desa Songan A dan B. Keempat desa tersebut memiliki tingkat kemiringan yang variatif, dengan rata-rata kemiringan 15 hingga 40%



Gambar 5. Peta Topografi

Berikut akan dipaparkan mengenai perhitungan penggunaan panel surya pada 1 unit hunian : Bila kita membutuhkan daya listrik sebesar 200watt selama 12jam, berarti total konsumsi daya beban dalam sehari adalah $12 \times 200 \text{ kWh} = 2.400 \text{ watt}$. Jumlah total 2.400 watt perlu ditambahkan sekitar 20% yang adalah listrik yang digunakan oleh perangkat selain panel surya, yakni inverter sebagai pengubah arus DC (searah) menjadi AC (bolak - balik) (karena pada umumnya peralatan rumah tangga menggunakan arus AC), dan controller (sebagai pengatur arus) yakni menutup arus ke baterai jika tegangan sudah berlebih di baterai dan memberhentikan pengambilan arus dari baterai jika baterai sudah hampir kosong.

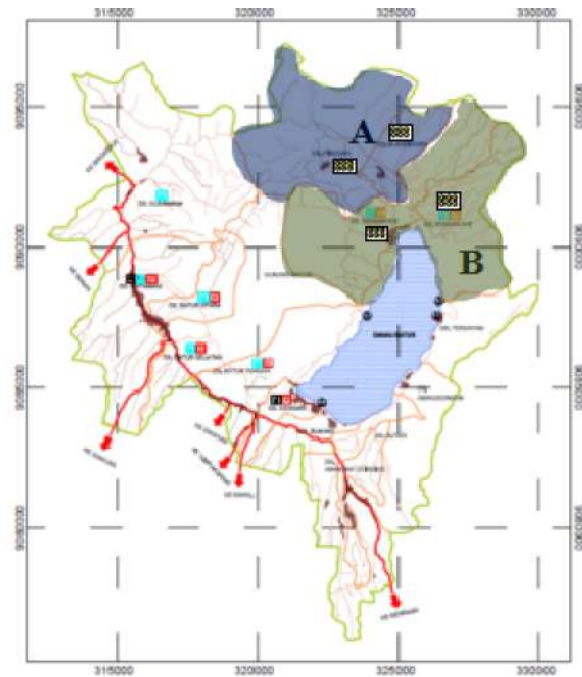
Sehingga jika ditambahkan 20%, maka total daya yang dibutuhkan adalah $2.400 \times (2.400 \times 20\%) = 2.880 \text{ watt}$. Dari 2.880 watt tersebut, jika dibagi 12 V (tegangan umum yang dimiliki baterai) maka kuat arus yang dibutuhkan adalah 240 Ampere. Maka, jika kita menggunakan baterai yang sebesar 65 Ah 12 V, maka kita membutuhkan 4 baterai ($65 \times 12 \times 4 = 3.120 \text{ watt}$). Dengan mendapatkan 3.120 watt ini, kita akan mendapatkan jumlah panel yang kita butuhkan, termasuk besarnya yakni sebagai berikut. Jika menggunakan ukuran panel yang 100 wp (watt peak), maka dalam sehari panel ini kurang lebih menghasilkan supply sebesar $100\text{wp} \times 5 \text{ (jam)} = 500 \text{ watt}$.

Adapun 5 jam didapat dari efektivitas rata-rata waktu sinar matahari bersinar di negara tropis seperti Indonesia, dan 5 jam ini sudah menjadi semacam perhitungan rumus baku efektivitas sinar matahari yang diserap oleh panel surya. Maka jika 1 panel yang 100 wp mampu memberikan listrik sejumlah 500 watt, didapatkan total panel yang dibutuhkan adalah sejumlah $3.120 \text{ watt} / 500 \text{ watt} = 7 \text{ panel}$. Jumlah panel surya dan baterai untuk mensupply listrik sejumlah total 3.120 watt yang

dinyalakan selama 12 jam sehari dimana beban yang menggunakannya dinyalakan pada malam hari antara pukul 18.00 - 06.00 yakni : 7 panel surya dengan kapasitas 100 wp dan 4 buah baterai 65ah 12v.

Harga sistem SHS berkisar US\$ 9-10/watt. Jadi jika menggunakan 7 panel dengan kapasitas 100 wp (sehingga totalnya = $7 \times 100 \text{ wp}$), maka estimasi biaya kurang lebih $700 \text{ watt} \times \text{US\$ } 10 = \text{US\$ } 7.000$.

PENUTUP



Gambar 6. Peta Lokasi Perencanaan Solar Home System

Pemberian Kode A dan B, serta perbedaan warna dalam kawasan perencanaan bertujuan untuk membedakan daerah pencapaian PLN. Pemberian bantuan SHS di zona A (Desa Pinggan dan Blandingan) akan direncanakan 100%. Sedangkan pada zona B (Desa Songan A dan B) direncanakan bantuan 50%, karena 50% telah disuplai dari PLN. Perkiraan penggunaan panel surya di Desa Pinggan, Desa Blandingan, Desa Songan A dan Desa Songan B. Jumlah KK Desa Pinggan 447 KK, Desa Blandingan 153 KK, Desa Songan A 1.251 KK dan Desa Songan B 1.549 KK. Desa Songan A dan B dilalui PLN sebesar 50% sehingga perhitungah jumlah KK Desa Songan A dan B adalah 1.400 KK. Total jumlah KK keempat desa adalah 2000 KK.

Perhitungan kebutuhan panel surya masing-masing KK adalah 7 panel surya. Kebutuhan panel surya untuk 2000 KK adalah 14.000 panel surya. Estimasi biaya untuk 14.000 panel surya ($14.000 \times 100\text{wp} = 1.400.000\text{watt}$) adalah $1.400.000\text{watt} \times \text{US\$ } 10 = \text{US\$ } 14.000.000$.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamanda, D., 1997, *Prospek PLTS di Indonesia*, ELEKTRO INDONESIA, Edisi ke Sepuluh.
- , Penerapan Teknologi PLTS Sebagai Solusi Untuk Membuka Keterisolasian Wilayah Pedalaman Dan Terpencil, BERITA BPPT, 2 Maret 2004
- Messenger, R., and Ventre, J., *Photovoltaic Systems Engineering*, CRC Press, Boca Raton USA.
- Mulyadi, Rahmad, 1995, *Buku Panduan Pembangkit Listrik Tenaga Surya*, Direktorat Teknologi Energi UPT-LSDE, BPPT.
- Patel, Mukund. R., 1999, *Wind and Solar Power Systems*, CRC Press, Boca Raton, Florida, USA.
- PT. LEN Industri, *Buku Petunjuk Instalasi, Pengoperasian, & Pemeliharaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (SHS 50 Watt peak)*.
- Solarex, 1993, *Everything You Always wanted to know about Solar Power*, Villawood Sydney, N.S.W. Australia.
- Solarex, 1996, *Discover The Newest World Power*, Frederick Court, Maryland USA.
- , 1998, *Indonesian Rural Electrification Project, Channels – A Newsletter for Solarex’s Customers*, Solarex edition Fall 1998, page 1.
- Wenas, W. W., 1996, *Teknologi Sel Surya : Perkembangan Dewasa Ini dan yang Akan Datang*, Majalah ELEKTRO INDONESIA, Edisi ke Empat