**Pemanfaatan Energi Matahari Sebagai Sumber Energi Alternatif Terbuka Berbasis Sel Fotovoltaik untuk Mengatasi Kebutuhan Listrik Rumah Sederhana Didaerah terpencil**

**Ma’ruf Ibnu S1,2 dan Jamaaluddin1**

1Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Jl. Raya

Gelam 250, Sidoarjo

2Program Setudi Teknik , Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas

Muhammadiyah Sidoarjo Jl. Raya Gelam 250, Sidoarjo

[\*ibnusuganda81@gmail.com](mailto:*ibnusuganda81@gmail.com)

**Abstrak.** Radiasi matahari global di Indonesia adalah 1700-1950 kWh / m2 / tahun = 4,66-

5,34 kWh / m2 / hari. Sehingga perlu dilakukan upaya untuk memanfaatkan potensi

energi matahari menjadi energi listrik, khususnya kawasan pemukiman di daerah

terpencil dan belum terjangkau jaringan listrik PLN. Penelitian ini bertujuan untuk ;

mengetahui jumlah daya yang dibutuhkan oleh masyarakat untuk penerangan dan

penggunaan peralatan elektronik di setiap rumah sederhana di daerah terpencil (studi

kasus di Desa Oka-oka), memperoleh desain sistem tenaga surya independen untuk

memenuhi kebutuhan listrik setiap rumah sederhana di daerah terpencil, dan mengetahui

perkiraan total anggaran untuk pembangunan sistem tenaga surya secara mandiri dari

skala rumah sederhana di daerah terpencil. Hasil perhitungan jumlah kebutuhan listrik

per hari adalah 1396 Wh / hari. Total anggaran yang digunakan untuk pembangunan

sistem sederhana adalah Rp. 12.000.000 atau Rp. 200.000 per bulan dengan lama

pemakaian rata-rata 5 tahun.

**Pendahuluan**

Rasio elektrifikasi Indonesia saat ini adalah 87%, hal tersebut menunjukkan 8,5 juta penduduk Indonesia atau sekitar 2500 desa yang belum dialiri listrik [1]. Sedangkan rasio elektrifikasi untuk Kalimantan Selatan adalah 84%, artinya masih tersisa 16% rumah tangga di wilayah ini yang belum menikmati aliran listrik. Di daerah Kabupaten Kotabaru terdapat beberapa desa terpencil yang belum menikmati aliran listrik, karena lokasinya yang jauh dari wilayah perkotaan, ada juga yang jarak antara satu rumah dengan rumah lainnya sangat berjauhan, selain itu

terdapat juga pemukiman di pulau-pulau kecil sehingga sangat sulit bagi jaringan listrik PLN untuk menjangkaunya. Indonesia merupakan negara tropis dimana daerahnya dilalui oleh garis khatulistiwa sehingga memiliki potensi menerima panas matahari yang besar. Berdasarkan gambar 1 penyinaran matahari global di Indonesia yaitu 1700-1950 kWh/m2/tahun = 4,66-5,34 kWh/m2/hari [2]. Pemanfaatan energi matahari sebagai sumber daya bebas polusi dan berlimpah, terbarukan, yang dapat digunakan baik secara langsung maupun tidak langsung. Energi matahari dapat digunakan sebagai pemanas langsung, memanaskan air dan udara dengan solar kolektor, serta penyediaan listrik dengan sel fotovoltaik. Beberapa kelebihan energi terbarukan antara lain: sumbernya relatif mudah didapat, dapat diperoleh dengan gratis, minim limbah, tidak mempengaruhi suhu bumi secara global, dan tidak dipengaruhi oleh kenaikan bahan bakar. Tidak diragukan lagi bahwa energi matahari adalah salah satu sumber energi yang ramah lingkungan dan sangat menjanjikan pada masa yang akan datang, karena tidak ada polusi yang dihasilkan selama proses konversi energi, dan juga sumber energinya banyak tersedia di alam. PLTS atau lebih dikenal dengan sel surya (sel fotovoltaik) akan lebih diminati karena dapat digunakan untuk berbagai keperluan yang relevan dan di berbagaitempat seperti perkantoran, pabrik, perumahan, dan lainnya [3]. Penelitian ini dilakukan sebagai bentuk dukungan dalam upaya memanfaatkan potensi Energi Baru dan Terbarukan (EBT) sesuai dengan program pemerintah. Pemanfaatan energi terbarukan lokal yang dinilai ramah lingkungan dan dapat digunakan bagi daerah terpencil dan terluar khususnya yang belum terjangkau oleh sistem interkoneksi jaringan PLN. Berdasarkan hal tersebut maka dipandang perlu melakukan studi pemanfaatan energi matahari di Kabupaten Kotabaru sebagai sumber energi listrik terbarukan berbasis sel fotovoltaik untuk mengatasi kebutuhan listrik di daerah terpencil. kelebihan energi terbarukan antara lain: sumbernya relatif mudah didapat, dapat diperoleh dengan gratis, minim limbah, tidak mempengaruhi suhu bumi secara global, dan tidak dipengaruhi oleh kenaikan bahan bakar.Tidak diragukan lagi bahwa energi matahari adalah salah satu sumber energi yang ramah lingkungan dan sangat menjanjikan pada masa yang akan datang, karena tidak ada polusi yang dihasilkan selama proses konversi energi, dan juga sumber energinya banyak tersedia di alam. PLTS atau lebih dikenal dengan sel surya (sel fotovoltaik) akan lebih diminati karena dapat digunakan untuk berbagai keperluan yang relevan dan di berbagai tempat seperti perkantoran, pabrik, perumahan, dan lainnya [3]. Penelitian ini dilakukan sebagai bentuk dukungan dalam upaya memanfaatkan potensi Energi Baru dan Terbarukan (EBT) sesuai dengan program pemerintah. Pemanfaatan energi terbarukan lokal yang dinilai ramah lingkungan dan dapat digunakan bagi daerah terpencil dan terluar khususnya yang belum terjangkau oleh sistem interkoneksi jaringan PLN. Berdasarkan hal tersebut maka dipandang perlu melakukan studi pemanfaatan energi matahari di Kabupaten Kotabaru sebagai sumber energi listrik terbarukan berbasis sel fotovoltaik untuk mengatasi kebutuhan listrik di daerah terpencil.

**Metode Penelitian**

Waktu dan Tempat. Penelitian/ pengambilan data dilaksanakan pada bulan Agustus 2018 di Desa Oka-oka Kecamatan Pulau Laut Kepulauan Kabupaten Kotabaru Propinsi Kalimantan Selatan Indonesia. Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif yaitu data yang disajikan dalam bentuk kata verbal bukan dalam bentuk angka. Adapun yang termasuk data kualitatif dalam penelitian ini yaitu gambaran umum tentang pembangkit listrik tenaga surya, sejarah singkat tentang sel fotovoltaik, serta keadaan masyarakat setempat. Data kuantitatif adalah jenis data yang dapat diukur atau dihitung secara langsung yang berupa informasi atau penjelasan yang dinyatakan dengan bilangan atau berbentuk angka. Adapun yang termasuk data kuantitatif yaitu besarnya kebutuhan daya listrik rumah sederhana di Desa Oka-oka, intensitas radiasi matahari, arus dan tegangan keluaran sel fotovoltaik, jumlah biaya yang digunakan untuk pembangunan sistem pembangkit listrik tenaga surya untuk rumah sederhana.

**Tahapan Rancangan Sistem.**

Menghitung total daya beban pemakaian per hari, menentukan ukuran kapasitas sel fotovoltaik yang sesuai dengan beban pemakaian, menentukan kapasitas baterai/aki, analisa hasil dan evaluasi. Penelitian mulai dilakukan dengan wawancara kepada warga di Desa Oka-oka tentang rencana kebutuhan konsumsi daya listrik untuk penerangan dan peralatan elektronik lainnya

lalu pembuatan rangka dudukan sel fotovoltaik yang akan digunakan untuk pengujian. Kemudian menghubungkan setiap komponen-komponen seperti sel fotovoltaik, solar charger chontroller, inverter, baterai dan beban serta alat ukur (multimeter dan pyranometer). Pengambilan data dilakukan setiap jam mulai dari pukul 08.00 Wita sampai dengan pukul 16.00 Wita dengan cara mencatat variabel pengukuran berupa intensitas radiasi matahari, tegangan, dan arus keluaran sel fotovoltaik. Data-data tersebut diperlukan untuk menghitung potensi energi rata-rata yang dapat dimanfaatkan di Desa Oka-oka berupa besarnya fill factor, daya keluaran, daya masuk dan efisiensi sel fotovoltaik. Analisis dilakukan dengan mengacu pada data hasil wawancara terhadap warga dan potensi energi matahari di Desa Oka-oka.

**Prinsip Kerja Sel Fotovoltaik.**

Sel fotovoltaik bekerja berdasarkan efek fotoelektrik pada material semikonduktor untuk mengubah energi cahaya menjadi energi listrik. Berdasarkan teori Maxwe dianggap sebagai spektrum gelombang elektromagnetik dengan panjang gelombang yang berbeda. Prinsip kerja semikonduktor sebagai sel fotovoltaik mirip dengan dioda sebagai pn-junction. Pn-junction adalah gabungan/lapisan semikonduktor jenis p dan n yang diperoleh dengan cara doping pada silikon murni. Pada semikonduktor jenis p, terbentuk hole (pembawa muatan listrik positif) yang jumlahnya lebih banyak dibandingkan jumlah elektronnya, sehingga hole merupakan pembawa muatan mayoritas, sedangkan elektron merupakan pembawa muatan minoritas. Demikian pula sebaliknya dengan semikonduktor jenis n. Bila bagian p dari pn-junction dihubungkan dengan kutub positif baterai dan bagian n dihubungkan dengan kutub negatif baterai, maka arus dapat mengalir melewati pn-junction. Kondisi ini disebut sebagai panjar maju. Bila hal sebaliknya dilakukan (panjar mundur), yaitu bagian n dari pn-junction dihubungkan dengan kutub positif baterai dan bagian p dihubungkan dengan kutub negatif baterai, maka arus tidak dapat mengalir melewati pn-junction. Akan tetapi, masih ada arus dalam ukuran sangat kecil yang masih dapat mengalir (dalam ukuran mikroamper) yang disebut dengan arus bocor [1].

**Hasil dan Pembahasan**

Parameter Kinerja Sel Fotovoltaik. Data hasil pengujian di Desa Oka-oka dihitung

menggunakan pers. 4 sampai dengan pers. 8 untuk memperoleh seberapa besar potensi energi matahari yang dapat dikonversikan sel fotovoltaik di Desa Oka-oka. Tabel 1. Hasil perhitungan potensi energi matahari di Desa Oka-oka

**Rancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).**

Pembangkit listrik tenaga surya ini dirancang mengacu pada hasil wawancara dengan warga masyarakat di Desa Oka-oka agar kebutuhan daya listrik rumah tinggal sederhana di daerah tersebut dapat terpenuhi. Adapun total kebutuhan daya listrik rumah tinggal warga di Desa Oka-oka diperlihatkan dalam tabel 2. Tabel 2 hasil perhitungan total daya

pemakaian setiap rumah per hari dapat diperoleh dari jumlah keseluruhan beban pemakaian yaitu = 1396 Wh/hari, karena rangkaian instalasi juga membutuhkan daya

pada saat beroperasi maka total daya beban pemakaian ditambahkan 10% sehingga total

beban pemakaian menjadi; 1396 + 139,6 = 1535,6 Wh/hari. Sel fotovoltaik yang rencana akan digunakan pada sistem ini adalah sel fotovoltaik kapasitas 50 Wp dengan asumsi

penyinaran matahari yaitu 9 Jam/hari, sehingga jumlah sel fotovoltaik yang

dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan daya setiap rumah tinggal di Desa Oka-oka adalah 4 buah panel,1 baterai 300 ah,

Jumlah kebutuhan baterai 12 Volt dengan kapasitas masing-masing 300 Ah. Kebutuhan

baterai minimum (daya baterai hanya digunakan sekitar 50% untuk pemenuhan

kebutuhan listrik), sehingga kebutuhan daya

**Jumlah Biaya PLTS Secara Mandiri.**

Berdasarkan hasil perhitungan setiap komponen pembangkit listrik tenaga surya, maka total biaya yang dibutuhkan untuk membangun suatu sistem pembangkit listrik tenaga surya yang dapat memenuhi kebutuhan energi listrik pada setiap rumah tinggal sederhana di Desa Oka-oka diperlihatkan dalam tabel 3. Dari hasil perhitungan dapat diketahui bahwa total daya yang diperlukan sebesar 1535,6 W, dengan jumlah sel fotovoltaik 4 unit (masing-masing 50 WP) dan kebutuhan baterai sebanyak 2 Unit (12 Volt 300 Ah). Dari rancangan yang dilakukan maka total biaya yang harus diinvestasikan dapat diperoleh seperti yang diperlihatkan pada tabel 5 (ditentukan 5 tahun karena baterai maksimal dapat digunakan selama 5 tahun). Sehingga nilai investasi dalam jangka waktu 5 tahun adalah Rp, 12.000.000 dengan perhitungan perbulannya Rp. 200.000

**KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil wawancara terhadap warga di Desa Oka-oka dan pengujian serta

analisa yang telah dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu :

1.Dari hasil wawancara tentang peralatan elektronik yang rencana akan digunakan

oleh warga di Desa Oka-oka dan hasil perhitungan, maka total daya kebutuhan untuk setiap rumah tinggal sederhana di Desa Oka-oka per hari yaitu 1396 Wh/hari.

2.Rancangan sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) mandiri untuk umah tinggal sederhana di Desa Oka-oka diperoleh berdasarkan total daya kebutuhan dengan mempertimbangkan cuaca dan kebutuhan daya pada sistem yang meliputi komponen sel fotovoltaik 50 Wp (4 panel), baterai 12 VDC 300 Ah (2 unit), Solar Charger Controller 10 A

(1 Unit), Inverter 12 VDC 2000 W (1 unit), dan instalasi.

3.Adapun estimasi total anggaran yang iinvestasikan untuk pembangunan sistem pembangkit listrik tenaga surya skala rumah tinggal sederhana di Desa Oka-oka adalah Rp 12.000.000 atau Rp 200.000 per bulan dengan lama pemakaian sistem pembangkit listrik tenaga surya secara efektif adalah 5 tahun karena komponen baterai rata-rata

umur pemakaiannya selama 5 tahun.

**4. Daftar Pustaka**

[1] Jamaaluddin, I. Robandi, and I. Anshory, “A very short-term load forecasting in time of peak loads using interval type-2 fuzzy inference system: A case study on java bali electrical system,” J. Eng. Sci. Technol., 2019.

[2] Jamaaluddin, I. Robandi, I. Anshory, Mahfudz, and R. Rahim, “Application of interval type-2 fuzzy inference system and big bang big crunch algorithm in short term load forecasting new year holiday,” J. Adv. Res. Dyn. Control Syst., 2020, doi: 10.5373/JARDCS/V12I2/S202010024.

[3] A. Supriyadi, J. Jamaaluddin, T. Elektro, and U. Muhammadiyah, “Analisa Efisiensi Penjejak Sinar Matahari Dengan Menggunakan,” Jeee-U, vol. 2, no. APRIL, 2018, pp. 8–15, 2018. [4] D. Dzulfikar and W. Broto, “Optimalisasi Pemanfaatan Energi Listrik Tenaga Surya Skala Rumah Tangga,” vol. V, pp. SNF2016-ERE-73-SNF2016-ERE-76, 2016, doi: 10.21009/0305020614.

[4] Gunardi, Y., 2010. Perancangan dan Pembuatan Pembangkit Listrik Tanaga Matahari untuk Lampu Penerang Jalan. Jurnal Energi,Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Mercu Buana, Jakarta, Vol. 14, No. 1, 63-68.

[5] Rahayuningtyas, A., dkk., 2014. Studi Perencanaan Sistem Pembangkit Listrik enaga Surya (PLTS) Skala Rumah Sederhana Di Daerah PedesaaanSebagai Pembangkit Listrik Alternatif Untuk Mendukung Program Ramah Lingkungan Dan Energi Terbarukan. Prosiding SnaPP 2014 Sains, Teknologi, dan Kesehatan. Vol. 4, No. 1, 223-230

[6] Kalogirou, S. A., 2009. Solar Energy Engineering Proses and Systems. 1 st penyunt. America: Elsevier Inc. All rights reserved Diputra, dan Wibeng., 2008. Simulator Algoritma Pendeteksi Kerusakan Modul Surya pada Rangkaian Modul Surya. Tesis, Universitas Indonesia, Jakarta.