

SEL SURYA SEBAGAI ENERGI ALTERNATIF PASCA BENCANA *POST-DISASTER ALTERNATIVE ENERGY WITH SOLAR CELLS*

M. Rizki Ikhsan ¹⁾, Muhammad Rizali ²⁾, Nur Hidayah ³⁾

¹⁾Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sari Mulia, email:

m.rizkiikhsan@ymail.com

²⁾Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sari Mulia, email:

mechanicalpress@gmail.com

³⁾Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sari Mulia, email:

nur.hidayah1802@gmail.com

ABSTRAK

Kondisi daerah yang dilanda bencana, biasanya listrik PLN padam, karena jaringan putus, adanya genangan air, pembangkit listrik yang tidak berfungsi, dan lain sebagainya. Sedangkan di sisi lain, masyarakat dan aparat, memerlukan pasokan listrik. Hal ini lah yang harus disikapi dan dicari solusinya, agar penanganan tanggap bencana, serta recovery masyarakat bisa berlangsung lebih baik. Solusi yang diusulkan untuk menangani permasalahan adalah dengan membuat suatu sistem pembangkit listrik mandiri, berbasis energi terbarukan. Energi terbarukan dijadikan dasar karena pasokan bahan bakar pasca terjadinya bencana, juga merupakan kesulitan tersendiri. Energi yang diusulkan adalah bersumber dari energi surya, dengan dilengkapi baterai. Tahapan pelaksanaan yang dilakukan yaitu analisis situasi, analisis potensi energi surya, proses rancang bangun, instalasi sistem sel surya, dan pengujian performa. Dengan adanya sumber listrik alternatif di daerah rawan bencana, maka diharapkan dapat membantu masyarakat yang terdampak bencana, sekaligus dapat digunakan sehari-hari untuk mengurangi biaya listrik di masyarakat. Dari analisis situasi, lokasi yang tepat untuk dipasang instalasi sel surya pasca bencana adalah di tempat umum, dengan elevasi yang cukup tinggi, dan mudah diakses oleh masyarakat ataupun bantuan dari luar, pada kasus ini dipasang di atap. Pada lokasi tersebut, kemudian dihitung potensi energi, didapat perhitungan faktor geometri atap pada sudut 15-20°, ke arah selatan. Sistem sel surya yang dipasang adalah sistem 12 volt, dengan baterai 9,8 Ah.

Kata kunci : *sel surya, energi alternatif, pasca bencana*

ABSTRACT

The condition of the area hit by the disaster, usually the PLN electricity goes out, because the network is broken, there is standing water, the power plant is not working, and so on. Meanwhile, on the other hand, the community and apparatus need electricity supply. This is what must be addressed and solutions sought, so that the handling of disaster response, as well as community recovery can take place better. The solution proposed to deal with the problem is to create an independent power generation system, based on renewable energy. Renewable energy is used as the basis because the supply of fuel after a disaster is also a

particular difficulty. The proposed energy is sourced from solar energy, equipped with batteries. The stages of implementation carried out are situation analysis, analysis of solar energy potential, design process, solar cell system installation, and performance testing. With the existence of alternative sources of electricity in disaster-prone areas, it is hoped that it can help people affected by disasters, as well as can be used daily to reduce electricity costs in the community. From the situation analysis, the right location for installing post-disaster solar cell installations is in a public place, with a fairly high elevation, and easily accessible by the community or outside assistance, in this case it was installed on the roof of the kelurahan government office. At that location, the energy potential was then calculated, the roof geometry factor was calculated at an angle of 15°. The solar cell system installed is a 12 volt system, with a 9.8 Ah battery.

Keywords : *solar cell, alternative energy, post-disaster*

PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara tropis dan dilintasi oleh rangkaian gunung api, rentan mengalami bencana alam seperti gunung meletus, banjir, tanah longsor dan lain sebagainya. Oleh karena itu masyarakat Indonesia harus bisa beradaptasi dan menyikapi potensi bencana yang mungkin terjadi di sekitarnya. Pada kondisi pasca bencana, tim SAR (Search and Rescue) melakukan operasi pencarian korban yang terkena bencana sempat mengalami kendala, yaitu minimnya penerangan dan jaringan komunikasi. Sama halnya dengan masyarakat yang mengungsi di pengungsian mengeluhkan kurangnya penerangan, jaringan listrik, serta jaringan komunikasi (Ramadhan, 2021). Kendala lain yang dihadapi adalah tidak adanya pasokan listrik yang di gunakan untuk menjalankan sistem pengolahan air. Genset sebagai alternative pun masih kurang layak karena membutuhkan pasokan BBM yang langka di daerah terpencil atau daerah bencana. Alternatif sumber energi lain yang dapat digunakan adalah energi surya (Setiaji and Miranda, 2021). Sumber energi terbarukan mudah didapat, energi matahari memiliki potensi yang paling melimpah. Rata-rata energi yang diterima bumi oleh matahari sebesar: 3×10^{24} joule setahun atau sekitar 10.000 kali konsumsi energi dunia saat ini (Lesmana *et al.*, 2019).

Banjir yang melanda kota Banjarmasin, Kalimantan Selatan, terutama di jalan Pramuka, Kelurahan Pemurus Luar, pada Kamis, 14 Januari 2021 terjadi akibat pasangannya air sungai dengan di barengi tingginya intensitas hujan. Faktor lainnya adalah buruknya drainase di kawasan ini, sehingga air sangat lambat surut. Dampaknya adalah aktifitas warga lumpuh seperti di kawasan Jl. Pramuka, Banjarmasin timur. Banyak kendaraan roda dua maupun roda

empat yang nekat menerobos banjir. Tak sedikit pula pengendara yang mengalami kemogokan dan mendorong motor mereka ke tempat yang lebih tinggi.

Banjir di ibukota provinsi Kalimantan Selatan itu berlangsung lama, sekitar 10 hari, yang telah berdampak pada 134 ribu jiwa serta sekitar 3.000 jiwa harus mengungsi di 900 titik pengungsian. Pada saat bencana, didirikan 84 dapur umum yang dibantu pemda untuk distribusi paket sembako dan bahan makanan siap santap bagi warga korban banjir. Salah satu posko pengungsian yang paling besar yaitu di Terminal Induk Km 6 Banjarmasin, di Jl. Pramuka yang dihuni sekitar 600 orang. Suasana jl. Pramuka dan pengungsian dapat dilihat pada gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Banjir di kawasan jl. Pramuka Banjarmasin

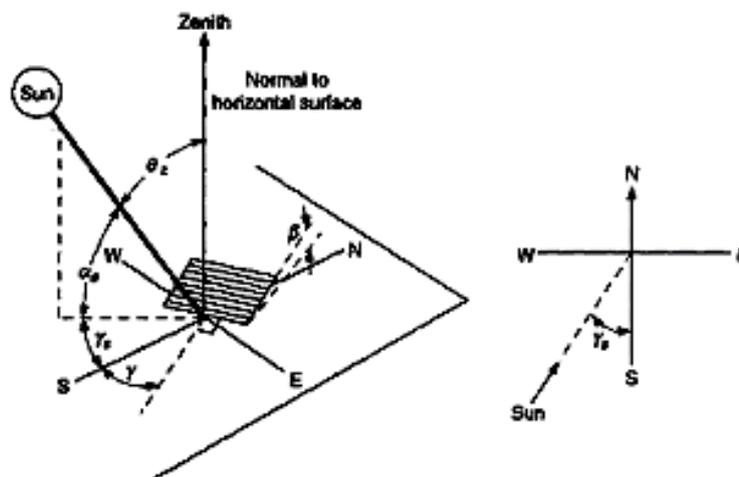


Gambar 2. Pengungsian di terminal pal 6 Banjarmasin.

Problem yang dialami oleh masyarakat pasca bencana adalah masalah kebutuhan pokok, seperti makanan, pakaian, dan tempat bernaung. Selain itu problem air bersih, MCK, listrik, bahan bakar juga merupakan hal yang harus ditangani segera pasca terjadinya bencana.

Pada kegiatan ini, dititikberatkan pada problem listrik, dimana listrik diperlukan untuk penerangan dan sistem telekomunikasi di daerah bencana. Listrik sangat diperlukan terutama di masa sekarang, karena banyak peralatan sangat bergantung kepada listrik. Pada kondisi bencana, listrik akan sulit didapatkan, mengingat terputusnya jaringan listrik, kesulitan bahan bakar, dan putusnya jalur transportasi masyarakat. Oleh karena itu diperlukan suatu sistem energi alternatif yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat di masa bencana, atau pun dalam keadaan normal sehari-hari.

Sumber energi yang selalu tersedia, terutama di daerah tropis adalah energi matahari atau energi surya. Pada pemanfaatan energi surya, diperlukan penangkap energi atau kolektor, seperti sel surya, atau dimanfaatkan energi panasnya. Pemanfaatan tenaga surya untuk daya genset atau pembangkit listrik sudah semakin banyak. Hal ini disebabkan oleh ketersediaan produk baterai untuk menyimpan energi surya sudah sangat banyak di Indonesia (Buchori *et al.*, 2019). Pada sistem sel surya, jumlah energi yang mengenai suatu bidang kolektor dapat diestimasi berdasarkan hasil pengukuran radiasi dengan alat piranometer. Pada gambar 3 berikut ditampilkan beberapa sudut yang penting dalam mengestimasi energi yang diserap oleh kolektor sinar matahari (Duffie and Beckman, 2006).



Gambar 3. Sudut-sudut kolektor sinar matahari

Untuk dapat mengestimasi jumlah energi tersebut maka dapat digunakan persamaan-persamaan di bawah ini.

- Sudut deklinasi (δ) :

$$\delta = 23,4 \cdot \sin\left(360 \cdot \frac{284 + n}{365}\right) \quad (1)$$

dimana n adalah urutan hari dalam 1 tahun (1 sampai 365)

- Sudut datang (θ) :

$$\begin{aligned} \cos\theta &= \sin\delta \cdot \sin\varphi \cdot \cos\beta - \\ &\quad \sin\delta \cdot \cos\varphi \cdot \sin\beta \cdot \cos\gamma + \\ &\quad \cos\delta \cdot \cos\varphi \cdot \cos\beta \cdot \cos\omega + \\ &\quad \cos\delta \cdot \sin\varphi \cdot \sin\beta \cdot \cos\gamma \cdot \cos\omega + \\ &\quad \cos\delta \cdot \sin\beta \cdot \sin\gamma \cdot \sin\omega \end{aligned} \tag{2}$$

$$\cos\theta_z = \cos\varphi \cdot \cos\delta \cdot \cos\omega + \sin\varphi \cdot \sin\delta \tag{3}$$

- Faktor geometri kolektor (Rb) :

$$Rb = \frac{\cos\theta}{\cos\theta_z} \tag{4}$$

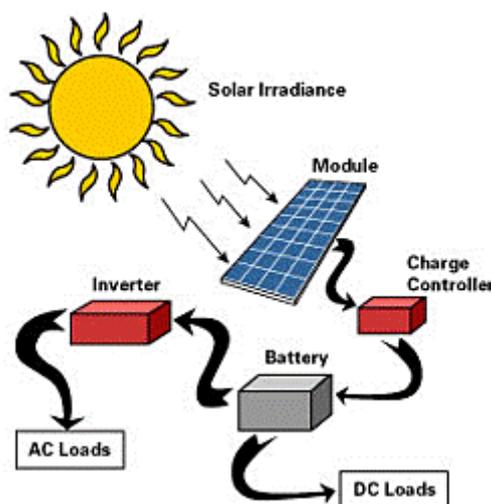
- Radiasi total yang diterima oleh kolektor

$$I_T = I_b \cdot R_b + I_d \left(\frac{1 + \cos\beta}{2} \right) + I \cdot \rho_g \left(\frac{1 - \cos\beta}{2} \right) \tag{5}$$

Pada persamaan (5), dapat dilihat bahwa konstanta Rb sangat penting untuk menentukan apakah kolektor dapat bekerja secara optimal dalam menangkap radiasi matahari langsung. Semakin besar konstanta Rb, maka semakin baik kinerja kolektor dalam menangkap radiasi matahari langsung. Dari persamaan-persamaan di atas, diperlukan banyak perhitungan untuk mendapatkan memperkirakan nilai Rb yang dapat mengoptimalkan performa dari kolektor.

METODE PELAKSANAAN KEGIATAN

Solusi yang diusulkan untuk menangani permasalahan mitra adalah dengan membuat suatu sistem pembangkit listrik mandiri, berbasis energi terbarukan. Energi terbarukan dijadikan dasar karena pasokan bahan bakar pasca terjadinya bencana, juga merupakan kesulitan tersendiri. Energi yang diusulkan adalah bersumber dari energi surya, dengan dilengkapi baterai (Gambar 4). Sel surya ditempatkan di tempat yang potensial dijadikan tempat pengungsian disaat bencana, misal sekolah dan tempat ibadah. Saat kondisi aman, sel surya ini dapat terus digunakan untuk membangkitkan energi listrik, sehingga dapat menghemat tagihan listrik.



Gambar 4. Sistem sel surya

Adapun tahapan yang dilakukan saat pelaksanaan PKM adalah :

1. Analisis situasi sasaran PKM

Analisis situasi yang dilakukan adalah mencari tempat yang potensial digunakan sebagai tempat pengungsian saat bencana, terutama dari sisi kapasitas, keamanan, dan potensi penggunaannya dalam kegiatan masyarakat sehari-hari. Tempat yang potensial jadi sasaran adalah tempat ibadah, sekolah, kantor pemerintahan

2. Analisis potensi energi surya

Dari tahapan no. 1, jika sudah didapatkan tempat yang cocok, maka dilanjutkan dengan tahapan analisis potensi energi surya. Faktor yang menjadi pertimbangan adalah luasan tempat yang diperlukan, kontur atap bangunan, dan faktor bayangan dari benda lain. Bayangan benda yang menutupi sel surya akan menurunkan energi listrik yang dibangkitkan. Potensi energi surya bisa dilakukan secara perhitungan, ataupun simulasi (Rizali, 2015). Potensi energi surya bisa dioptimalkan dengan kombinasi dan rekayasa keteknikan lainnya (Rizali, 2018).

3. Proses rancang bangun dan instalasi sistem sel surya

Proses rancang bangun meliputi estimasi energi listrik yang diperlukan dan optimal untuk dibangkitkan dengan menyesuaikan ketersediaan dana. Proses ini juga mempertimbangkan penguatan konstruksi tempat dimana akan dipasang sel surya

4. Pengujian performa sel surya

Pengujian performa sel surya meliputi fungsi alat, apakah dapat bekerja dengan baik, kemudian pengukuran tegangan dan arus listrik yang dihasilkan, kinerja inverter, lama waktu pengisian dan lama waktu pemakaian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengamatan dan wawancara dengan mitra, yaitu kelurahan pemurus luar, bahwa tempat pemasangan instalasi sel surya direncanakan di tempat umum, seperti di kantor kelurahan dan kampus. Pertimbangan yang diambil merupakan tempat yang cukup luas, elevasi yang cukup tinggi, dan mudah diakses oleh masyarakat ataupun bantuan dari luar, seandainya terjadi pengungsian. Alternatif lain adalah di tempat ibadah, dan di kampus Universitas Sari Mulia. Pertimbangan yang diambil adalah posisi kantor kelurahan yang terletak di dataran rendah, sehingga saat banjir terjadi, akses ke lokasi ini pun terbatas, dan juga tergenang banjir. Berdasarkan hal ini ada pertimbangan penempatan di tempat ibadah, atau kampus, dikarenakan posisi elevasi yang cukup tinggi, dan ada akses jalan yang baik.

Tahapan pertama kegiatan adalah analisis situasi, dimana dilakukan pengukuran dan perhitungan potensi penempatan sel surya. Pada perhitungan diambil asumsi penempatan sel surya di atap datar, kemudian dicari sudut dan arah sel surya yang tepat, dengan mengambil nilai Faktor geometri (R_b) yang terbesar. Berdasarkan teori kolektor matahari, diperlukan konstanta faktor geometri (R_b), yang menggambarkan faktor yang mempengaruhi serapan energi matahari. Semakin besar nilai R_b , maka semakin banyak kolektor tersebut dalam menyerap energi matahari. Berdasarkan referensi (Duffie, 2020), dengan kemiringan kolektor 0-20°, arah kolektor, posisi kota Banjarmasin di 4° lintang selatan, didapatkan nilai R_b untuk tiap tanggal 1 per bulan, pada jam 12.00, yang ditabelkan pada tabel 1.

Tabel 1. Simulasi Konstanta Faktor geometri kolektor sel surya

Arah	Sudut				
	0	5	10	15	20
Utara	1	0,966	0,925	0,877	0,822
Barat	1	0,966	0,985	0,966	0,934
Selatan	1	1,026	1,044	1,055	1,057
Timur	1	0,996	0,984	0,966	0,937

Berdasarkan tabel 1, dapat dilihat bahwa kolektor datar dengan kemiringan 15-20°, ke arah selatan, mempunyai konstanta R_b yang baik, sehingga potensinya optimal untuk dipasang sel surya.

Alat utama yang dipergunakan dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Alat utama sistem sel surya

No	Alat	Spesifikasi
1	Sel surya	Monocrystalline 200Wp
2	Baterai	10Ah, 24 V
3	Solar charge controller	PWM 30A

No	Alat	Spesifikasi
4	Inverter	Pure sine wave 2000W

Berdasarkan pengujian performa yang dilakukan selama perakitan alat, didapatkan karakteristik sebagai berikut :

1. Tegangan sel surya : 23V
2. Kapasitas baterai : 9,8 Ah
3. Lama pengisian : 4 jam
4. Perkiraan lama penggunaan dengan beban 50 W : 3 jam

Karakteristik sel surya yang hanya bisa membangkitkan tegangan pada nilai 23V, maka tidak akan bisa digunakan untuk mengisi baterai 24V, sehingga sistem diganti dengan sistem 12V. Keuntungan lain dengan sistem 12V, maka pada kondisi cuaca hujan/mendung, sel surya masih dapat mengisi baterai. Di sisi lain, dengan sistem 12V, maka proses pengisian baterai menjadi lebih lama untuk dapat penuh. Optimalisasi yang dapat dikembangkan adalah penambahan kapasitas baterai, sehingga dapat bertahan lebih lama dan mensuplai daya yang lebih banyak. Penempatan sistem sel surya dan sistem kendali dapat dilihat pada gambar 5 dan 6.



Gambar 5. Sel surya



Gambar 6. Sistem kendali, inverter, dan baterai

KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang dilaksanakan, menghasilkan suatu sistem energi alternatif menggunakan sel surya, yang dapat digunakan masyarakat pada kehidupan sehari-hari, terutama sebagai antisipasi dalam keadaan pasca bencana. Lokasi yang tepat untuk dipasang instalasi sel surya pasca bencana adalah di tempat umum, dengan elevasi yang cukup tinggi, dan mudah diakses oleh masyarakat ataupun bantuan dari luar, pada kasus ini dipasang di atap. Pada lokasi tersebut, kemudian dihitung potensi energi, didapat perhitungan faktor geometri atap pada sudut 15-20°, ke arah selatan. Sistem sel surya yang dipasang adalah sistem 12 volt, dengan baterai 9,8 Ah, dan dapat bertahan dengan konsumsi daya 50 watt dalam waktu 3 jam. Kendala yang dialami adalah perlunya penambahan kapasitas baterai, sehingga dapat bertahan lebih lama dan mensuplai daya yang lebih banyak.

SARAN

Sistem sel surya perlu dirawat dan dipelihara agar dapat berjalan dengan optimal dalam waktu yang lama. Faktor perawatan yang sering diabaikan akan mengurangi umur pakai dari sistem sel surya.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Universitas Sari Mulia yang telah mmeberikan pendanaan bagi kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini. Serta kepada sivitas akademika fakultas sains dan teknologi, terutama program studi teknik industri.

REFERENSI

- [1] Buchori, A. *et al.* (2019) ‘Diseminasi Teknologi Mesin Genset Tenaga Surya Bagi Masyarakat Terdampak Bencana Gunung Merapi Desa Wukirsari Kecamatan Cangkringan Kabupaten Sleman’, *Journal of Dedicators Community*, 3(2). Available at: <https://doi.org/10.34001/jdc.v3i2.811>.
- [2] Duffie, J. a. and Beckman, W. a. (2006) ‘Solar engineering of thermal processes, 3rd edition’, *Wiley* [Preprint].
- [3] Lesmana, A.D. *et al.* (2019) ‘TEDAPIS (TENDA DARURAT PINTAR BERTENAGA PANEL SURYA) SEBAGAI SOLUSI PENYEDIAAN ENERGI LISTRIK BAGI KORBAN BENCANA ALAM’, in. Available at: <https://doi.org/10.21009/03.snf2019.02.pa.15>.
- [4] Ramadhan, D.W. (2021) ‘Rancang Bangun Pembangkit Listrik Portable Tenaga Surya dan Angin Dengan Sistem Hybrid Untuk Tempat Pengungsian Bencana Alam’, *ALINIER: Journal of Artificial Intelligence & Applications*, 1(2). Available at: <https://doi.org/10.36040/aliner.v1i2.2972>.
- [5] Rizali, M. (2015) ‘Pengaruh temperatur permukaan sel surya terhadap daya pada kondisi eksperimental dan nyata’, *Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XIV (SNTTM XIV)* [Preprint].
- [6] Rizali, M. (2018) ‘DENSITAS ENERGI PADA PANEL SURYA DENGAN VARIASI JUMLAH DAN SUDUT REFLEKTOR’, *AL-ULUM: JURNAL SAINS DAN TEKNOLOGI*, 3(2), pp. 97–101. Available at: <https://doi.org/10.31602/AJST.V3I2.1299>.
- [7] Setiaji, G. and Miranda, M. (2021) ‘PERANCANGAN PENGOLAHAN AIR BERSIH TENAGA SURYA PORTABLE KAPASITAS 15 M3/HARI (Dengan Menggunakan Proses Ultrafiltrasi)’, *Jurnal Air Indonesia*, 12(1). Available at: <https://doi.org/10.29122/jai.v12i1.4355>.