

# Pemanfaatan Solar Cell Sebagai Alternatif Energi Listrik Skala Rumah Tangga

M Ervin<sup>1,2\*</sup> dan Jamaaluddin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Jl. Raya Gelam 250, Sidoarjo

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo Jl. Raya Gelam 250, Sidoarjo

[\\*muhammadervin945@gmail.com](mailto:muhammadervin945@gmail.com)

**Abstrak.** Indonesia merupakan negara yang memiliki berbagai jenis sumber daya energi dalam jumlah yang cukup melimpah. Letak Indonesia berada pada daerah katulistiwa, maka wilayah Indonesia akan selalu disinari matahari selama 10 sampai dengan 12 jam dalam sehari. Indonesia sebagai Negara tropis memiliki potensi pengembangan dan pemanfaatan energy surya sebagai salah satu dari banyak system konversi energy surya, system konversi energy surya ini dapat diterapkan untuk mengatasi semakin menipisnya cadangan bahan bakar konvensional yang ada. Data Ditjen Listrik dan Pengembangan Energi pada tahun 1997, kapasitas terpasang listrik tenaga surya di Indonesia mencapai 0,88 MW dari potensi yang tersedia 1,2 x 10<sup>9</sup> MW. Sel surya jenis monokristal (monocrystalline) merupakan panel yang paling efisien, menghasilkan daya listrik persatuan luas yang paling tinggi. Memiliki efisiensi sampai dengan 15%. Kelemahan dari panel jenis ini adalah tidak akan berfungsi baik ditempat yang cahaya matahari kurang (teduh), efisiensinya akan turun drastis dalam cuaca berawan. Photovoltaic cell selalu dilapisi oleh penutup yang berasal dari gelas. Seperti barang dari gelas lainnya, maka optical input dari photovoltaic cell juga sangat dipengaruhi oleh orientasinya terhadap matahari karena variasi sudut dari pantulan gelas

## 1. Pendahuluan

Proses pembangkitan, transmisi, dan distribusi listrik ke pelanggan harus dioperasikan dengan baik karena terkait dengan masalah ekonomi. Salah satu proses perencanaan ini adalah peramalan jangka pendek. Peramalan beban jangka pendek dilakukan satu hari sebelum hari operasi yang memiliki interval waktu perencanaan setiap 30 menit.[1] Perayaan Tahun Baru Dalam Bahasa Indonesia merupakan salah satu kunjungan ke pariwisata Indonesia. Acara ini tentu saja mengubah beban energi listrik. Tenaga listrik penyedia yang mengendalikan dan mengoperasikan listrik di Jawa dan Bali (Jawa, Sistem Kelistrikan Bali) dituntut untuk dapat memastikan kesinambungan permintaan beban pada saat ini, dan memperkirakan untuk akhirat. Peramalan beban jangka pendek sangat perlu didukung oleh metode komputasi untuk simulasi dan validasi[2]

Listrik merupakan kebutuhan yang tidak dapat ditinggalkan dalam kehidupan sehari-hari maupun dunia bisnis dan industri. Karena perangkat kehidupan sehari-hari banyak

menggunakan sistem energi listrik, sebab kemudahan dalam pemakaian dan pengoperasian[1]. Sebagian besar pembangkit yang di gunakan dalam

produksi listrik saat ini masih banyak menggunakan bahan bakar batubara, sisanya menggunakan Pembangkit Energi Panas Bumi, Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD), Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dan masih banyak konversi energi yang di gunakan dalam pembangkit listrik walaupun dalam skala kecil[2]. Indonesia sebagai negara tropis yang memiliki 2 musim. masih mengalami sinar matahari dengan waktu yang lama sekitar 8 jam/hari dari pada negara yang memiliki 4 musim. Sinar matahari di Indonesia dapat digunakan sebagai pembangkit tenaga listrik melalui media PHOTOVOLTIC (solar cell) sebagai pengkonversi energi terbarukan. [3]

Energi panas matahari sangat melimpah didaerah yang memiliki iklim tropis seperti di Indonesia yang selalu disinari Matahari sepanjang tahun. Hal itu menjadi sumber energi yang sangat berpotensi untuk dikembangkan. Salah satu contohnya pemanfaatan energi matahari untuk menghasilkan energi listrik yang sering disebut dan lebih dikenal oleh masyarakat yaitu solar cell. Solar cell dalam menghasilkan energi masih dalam jumlah yang tidakterlalu besar. Di Indonesia sudah tersedia Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang biasa digunakan untuk listrik di pedesaan terpencil, system seperti ini biasa disebut dengan sebutan SHS (Solar Home System). Umumnya SHS itu berupa system berskala kecil, dengan menggunakan modul surya 50-100 Wp (Watt peak) dan menghasilkan listrik harian sebesar 150-300 Wh. Karena skalanya kecil maka memakai system DC ( Direct Current), agar tidak terkena loses dan self consumption akibat penggunaan dari inverter. Dengan system yang kecil ini maka dipasang secara desentralisasi (satu rumah satu pembangkit) sehingga tidak membutuhkan jaringan distribusi. SHS idelanya digunakan untuk listrik di pedesaan yang jarak rumah satu dengan lainnya saling berjauhan, dan keperluan listriknya relatif lebih kecil, yakni hanya untuk memenuhi penggunaan dasar rumah tangga yaitu lampu. Meskipun dalam pengertiannya SHS dapat saja berupa system yang besar (hanya untuk kebutuhan Rumah Tangga), akan tetapi kebanyakan orang cenderung tidak menggunakan istilah SHS untuk system yang menggunakan lebih besar dari 100 Wp [4]

## **2. Tinjauan Pustaka**

### **2.1 Photovoltaic Cell**

Sinar matahari yang menyinari di bumi dapat diubah menjadi energi listrik melalui sebuah proses yang dinamakan photovoltaic (PV). Photo merujuk kepada cahaya dan voltaic mengacu kepada tegangan. Terminologi ini digunakan untuk menjelaskan sel elektronik yang memproduksi energi listrik arus searah dari energi radian matahari. Photovoltaic cell dibuat dari material semikonduktor terutama silikon yang dilapisi oleh bahan tambahan khusus. Jika cahaya matahari mencapai cell maka electron akan terlepas dari atom silikon dan mengalir membentuk sirkuit listrik sehingga energi listrik dapat dibangkitkan. Sel surya selalu didesain untuk mengubah cahaya menjadi energi listrik sebanyak- banyaknya dan dapat digabung menjadi seri atau parallel untuk menghasilkan tegangan dan arus yang diinginkan seperti yang dinyatakan oleh Chenni et. al.(2007). Cara kerja dari photovoltaic cell sangat tergantung kepada sinar matahari yang diterimanya. Kondisi iklim (missal awan tebal dan kabut) mempunyai efek yang sangat signifikan terhadap jumlah energi matahari yang diterima sel sehingga akan mempengaruhi pula unjuk kerjanya seperti pembuktian dalam penelitian Youness et. al. (2005) dan Pucar dan Despica (2002). [4]

Photovoltaic atau sel surya merupakan jenis pembangkit listrik yang ramah lingkungan dan tidak menimbulkan polusi udara, suara seperti pada pembangkit konvensional, seperti pembangkit listrik tenaga uap. Photovoltaic cells atau pembangkit listrik tenaga surya banyak dilirik oleh masyarakat mengingat teknologi ini dapat digunakan di berbagai lokasi yang banyak memiliki potensi sinar matahari, terutama di belahan bumi yang bersifat tropis. Di daerah tropis memiliki potensi kisaran 4,6 kWh/m<sup>2</sup>/hari. Energi listrik yang diproduksi atau dihasilkan oleh teknologi photovoltaic sangat tergantung intensitas sinar matahari. Oleh sebab itu perlu ada sebuah treatment agar intensitasnya paling maksimal, serta cara pemanfaatan energi listrik dapat digunakan secara maksimal maka perlu adanya sistem hybrid dengan jala-jala listrik PLN. [5]

## **2.2 Monokristal (Mono-crystalline)**

Panel ini adalah panel surya yang paling efisien, yaitu menghasilkan daya listrik persatuan luas yang paling tinggi. Memiliki efisiensi sampai dengan 15%. Kelemahan dari panel jenis ini adalah tidak akan berfungsi di tempat yang cahaya matahari kurang (teduh), kestabilannya akan turun drastis dalam cuaca berawan.[5] Jenis dari batangan kristal silikon murni yang diiris tipis-tipis. Dengan teknologi seperti ini, akan dihasilkan kepingan sel surya yang identik satu sama lain dan berkinerja tinggi. Sehingga menjadi sel surya yang paling efisien dibandingkan dengan sel surya lainnya.[6]

## **2.3 Polikristal (Poly-crystalline)**

Merupakan panel surya yang memiliki susunan kristal acak. jenis batang kristal yang dilebur/ dicairkan kemudian dituangkan dalam cetakan yang berbentuk persegi panjang. Tampilan seperti ada motif pecahan kaca didalamnya Type polikristal memerlukan luas permukaan yang lebih besar dibandingkan dengan jenis monokristal untuk menghasilkan daya listrik yang sama, akan tetapi dapat menghasilkan listrik dalam keadaan cuaca berawan.[6]

## **2.4 Gerakan harian Matahari**

Jika dilihat dari bumi, matahari bergerak dari arah timur ke barat setiap harinya. Lintasan matahari bergeser dari 23,50 LU ( tanggal 21 Desember) ke 23,50 (tanggal 21 Juni) membentuk siklus yang berkelanjutan sepanjang tahun.[6]

## **2.5 Pengaruh gerakan matahari terhadap energi surya**

Photovoltaic cell selalu dilapisi oleh penutup yang berasal dari gelas, maka optical input dari photovoltaic cell juga sangat dipengaruhi oleh orientasinya terhadap matahari karena variasi sudut dari pantulan gelas.[6]

## **2.6 Teknik pemasangan panel surya**

Panel surya dapat diinstal di atas atap, di atas bangunan, di tanah, dan berdiri sendiri menggunakan tiang. Tapi, di daerah pemukiman yang keterbatasan ruang menjadi kendala besar, atap rumah umumnya lebih disukai. Umumnya panel surya dipasang secara tetap (fixed) padaudukannya. Untuk Negara-negara 4 musim teknik yang diadopsi umumnya adalah dengan menghadapkan panel tersebut kearah selatan ( Negara-negara di belahan bumi utara) atau ke arah utara (Negara-negara di belahan bumi selatan) seperti yang telah di teliti oleh Tackle and Shaw (2007).[6]



Panel surya diposisikan tegak lurus terhadap arah datangnya matahari tepat di siang hari. Panel surya paling efektif ketika kontak langsung dengan sinar matahari sehingga mereka dapat menangkap sebagian besar sinar matahari yang mengarah ke mereka. Panel surya harus diposisikan sehingga mereka mendapatkan paparan sinar matahari yang baik di sekitar tengah hari ketika energi matahari bisa ditangkap secara maksimum. Paparan sinar matahari dapat bervariasi tergantung musim dan posisi matahari terhadap bumi, panel surya harus dipasang sedemikian rupa sehingga mereka dapat menghadap ke posisi matahari secara maksimal di setiap musim.

Langkah pertama dalam memasang sebuah panel surya adalah memasang rangka besi di atap rumah. Setelah itu, langkah selanjutnya adalah memasang dudukan panel surya. Dudukan di atas atap harus dipasang rapat menggunakan baut stainless steel sehingga mereka tidak bergeser bahkan ketika angin kencang bertiup. Instalasi panel surya di atap genteng agak

sulit dan kontak langsung panel surya ke genteng harus dihindari guna mencegah kerusakan pada genteng yang rapuh. Setelah dipasang, panel surya kemudian harus dihubungkan ke inverter. Inverter mengubah arus searah (DC) yang dihasilkan oleh panel surya menjadi arus bolak-balik (AC) karena sebagian besar perangkat rumah tangga umumnya berjalan di arus AC. Selanjutnya inverter harus dihubungkan ke sistem listrik di rumah. Kabel yang tepat dan switch AC / DC harus dipasang dengan benar oleh ahli listrik sehingga inverter terhubung dengan baik ke sistem listrik di rumah. Jika terjadi kelebihan listrik, baterai harus dihubungkan ke inverter untuk menyimpan kelebihan listrik agar dapat digunakan ketika tidak ada sinar matahari, energi yang berlebih juga bisa dijual ke perusahaan listrik (di beberapa negara). Harus diperhatikan bahwa mungkin terdapat penghalang di antara panel surya dan sinar matahari. Penghalang kecil seperti cabang-cabang pohon sangat bisa menghambat kinerja panel surya, sehingga harus dipangkas pada saat pemasangan panel surya itu. Jalur matahari harus ditelusuri sepanjang hari sebelum memasang panel surya sehingga tidak ada objek yang menghalangi paparan sinar matahari ke panel surya sepanjang siang hari ketika matahari bersinar. Jika tidak mungkin untuk menghilangkan beberapa hambatan seperti dinding tetangga, maka panel surya dapat dimiringkan ke sudut-sudut yang tidak terhalang. [6]

### 3. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini pengoptimalan dalam energi listrik tenaga surya di skala rumah tangga, yang diawali dengan identifikasi dan karakterisasi tenaga surya, dan dilanjutkan dengan berbagai tinjauan juga disertai analisis untuk mengoptimalkan tenaga surya skala rumah tangga. Analisis dilakukan pada data hasil pengukuran tegangan output sel surya untuk beberapa sudut kemiringan. Hasil-Hasil dari analisa akan diimplementasikan sebagai upaya untuk optimalisasi pemanfaatan energi listrik tenaga surya dalam skala rumah tangga dalam rangka energi alternatif.



Tahapan implementasi metode yang digunakan adalah: Mengoptimalkan energi listrik tenaga surya Sebuah sistem pembangkit tenaga surya terbagi menjadi beberapa bagian. Sel surya akan merubah energi dari matahari menjadi energi listrik. Listrik yang dihasilkan oleh tenaga surya akan disimpan dalam accumulator melalui sebuah charger controller. Charger controller inilah yang mengatur tegangan dan arus yang masuk ke accumulator. Beban adalah perangkat

elektronik yang memerlukan supply AC, sehingga diperlukan inverter untuk mengubah tegangan DC dari accumulator menjadi sebuah tegangan AC, pengubah ini disebut inverter. Sel surya charge controller adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang ditambahkan ke battery dan diambil dari battery ke beban. Sel surya charge controller juga overcharging (kelebihan pengisian karena battery sudah penuh) dan kelebihan voltase dari panel surya, yang akan mengurangi battery. Sel surya charge controller menerapkan teknologi Pulse Width Modulation (PWM) untuk mengatur fungsi pengisian battery dan pembebasan arus dari battery ke beban. Beberapa fungsi dari sel surya charge controller adalah sebagai berikut: ? Monitoring battery ? Mengatur arus yang dibebaskan/diambil dari battery agar battery tidak 'full discharge' overloading.? Mengatur arus untuk pengisian ke battery, overcharging, overvoltage. Untuk membuat charge controller perlu diperhatikan karakteristik sel surya dan accumulator. Dalam metode ini digunakan 2 modul sel surya dengan masing-masing modul memiliki tegangan keluaran maksimal 21,5 volt dan arus maksimal 4,7 A. Accumulator yang digunakan memiliki tegangan maksimal 13,5 volt. Sehingga dirancang charger dengan karakteristik sebagai berikut : ? Tegangan input maksimal 21,5 volt ? Tegangan output maksimal 13,5 volt ? Arus maksimal 5 A. Solar charge controller yang baik biasanya mempunyai kemampuan mendeteksi kapasitas battery. Bila battery sudah penuh maka secara otomatis pengisian arus dari panel surya berhenti. [6]

#### 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.
- [5] H. Asy'ari, A. Rozaq, and F. S. Putra, "Pemanfaatan Solar Cell Dengan Pln Sebagai Sumber Energi Listrik Rumah Tinggal," *Emitor*, vol. 14, no. 01, pp. 33–39, 2014, [Online]. Available: [https://publikasiilmiah.ums.ac.id/bitstream/handle/11617/4863/07/PEMANFAATAN\\_SOLAR\\_CELL\\_DENGAN\\_PLN\\_SEBAGAI\\_SUMBER\\_ENERGI\\_LISTRIK\\_RUMAH\\_TINGGAL.pdf?sequence=1](https://publikasiilmiah.ums.ac.id/bitstream/handle/11617/4863/07/PEMANFAATAN_SOLAR_CELL_DENGAN_PLN_SEBAGAI_SUMBER_ENERGI_LISTRIK_RUMAH_TINGGAL.pdf?sequence=1).
- [6] S. Sallu *et al.*, "Konsep Penerapan Solar Sel Dengan Sistem Otomatis Pada," no. August, pp. 2–6, 2015.