

DOI: doi.org/10.21009/0305020614

OPTIMALISASI PEMANFAATAN ENERGI LISTRIK TENAGA SURYA SKALA RUMAH TANGGA

Dafi Dzulfikar^{a)}, Wisnu Broto^{b)}

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Pancasila Jakarta
Jl. Raya Lenteng Agung, Jagakarsa, Kota Jakarta Selatan, Daerah Khusus Ibukota Jakarta

Email: ^{a)}dafidzulfikar@gmail.com, ^{b)}wisnu.agni@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 10⁹ 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.

Kata-kata kunci : Optimalisasi, Energi surya, Skala rumah tangga.

Abstract

Indonesia as a country has various types of energy resources a sufficient number of abundance. Location of Indonesia is in the Khatulistiwa region, those regions Indonesia would always be sunlit for 10 until 12 hour a day. Indonesia as a tropic country has development potential and energy utilization as one of many solar energy conversion systems, this solar energy conversion systems can be applied to resolve the depletion fuel reserves existing conventional. Data Directorate General of Electricity and Energy Development in 1997. Electricity installed capacity solar power in Indonesia reached 0,88 MW of the available potential 1.2 x 10⁹ MW. Types of Monocrystalline solar cell is the most efficient panels, generate electric power per unit area of the highest. Have efficiencies up to 15%. The downside of this type of panel is will not work either in the light of the sun is less (shady), efficiency will drop dramatically in cloudy weather. Photovoltaic cell always covered by a cover which is derived from a glass. Like other glass items, then the optical output from photovoltaic cell also heavily influenced by the orientation to the sun due to variations in the angle of reflection glass.

Keywords : optimization, Solar cell, household.

1. Pendahuluan

Energi panas matahari sangat melimpah di daerah 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 tidak

terlalu 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.

Minimnya listrik yang dapat disediakan oleh SHS (menurut definisi orang kota yang menggunakan listrik diatas SHS) padahal listrik yang dapat disediakan SHS itu bagi orang desa sangat bermanfaat dibandingkan dengan lampu minyak tanah yaitu petromak, ditambah lagi dengan sulitnya mencari peralatan elektronik yang biasa digunakan untuk rumah tangga (Radio, TV, dll) yang menggunakan system DC, yang membuat tidak menarik bagi orang di pedesaan yang sudah tidak selalu menggunakan listrik hanya untuk lampu penerangan saja. Meskipun belum ada batasan yang jelas, PLTS yang menggunakan modul surya lebih dari 100Wp (outpun energi >400Wh) dan lebih memungkinkan menggunakan system AC (*Alternating Current*) karena listrik yang dapat digunakan setelah dikurangi *losses* dan *self consumption* inverter masih memadai termasuk kategori PLTS skala menengah-besar. PLTS pada skala ini umumnya tidak menggunakan system desentralisasi, tetapi menggunakan system sentralisasi dan dikombinasikan dengan system hybrid (pembangkit).

System Hybrid dapat melibatkan 2 atau lebih system pembangkit lainnya, umumnya yang menggunakan system Hybrid dan pembangkit adalah genset, PLTS, mikrohydro, tenaga angin. Sehingga system hybrid berarti PLTS-mikrohydro, PLTS-genset, PLTS-tenaga angin. Di Indonesia system hybrid sudah banyak digunakan seperti PLTS-mikrohydro, PLTS-genset, PLTS-tenaga angina. Namun, hybrid PLTS-genset yang paling banyak digunakan. Umumnya digunakan pada captive genset/isolated grid (*stand alone genset*) yaitu genset yang tidak di interkoneksi. Tujuan dari hybrid PV-genset adalah mengkombinasikan keunggulan dari setiap pembangkit (genset dan PLTS) sekaligus untuk menutupi kelemahan masing-masing pembangkit, sehingga system secara keseluruhan dapat beroperasi lebih ekonomis dan efisien.

2. Tinjauan Pustaka

A. 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 Despic (2002).

B. Jenis panel sel surya

Panel sel surya mengubah intensitas sinar matahari menjadi energi listrik. Panel sel surya menghasilkan arus yang digunakan untuk mengisi baterai. Panel surya terdiri dari photovoltaic, yang menghasilkan listrik dari intensitas cahaya, saat intensitas cahaya berkurang (berawan, mendung, hujan) arus listrik yang dihasilkan juga berkurang.

Dengan memperluas panel surya berarti menambah konversi tenaga surya. Umumnya panel sel surya dengan ukuran tertentu memberikan hasil yang tertentu juga. Contohnya ukuran a cm x b cm menghasilkan listrik DC (Direct Current) sebesar x watt per hour.

C. 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 mataharinya kurang (teduh), kestabilannya akan turun drastis dalam cuaca berawan.

D. Polikristal (Poly-crystalline)

Merupakan panel surya yang memiliki susunan kristal acak. 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.

E. 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.

F. 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.

G. 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 dalah dengan menghadapkan panel tersebut kearah selatan (Negara-negara di belahan bumi utara) atau ke arah utara (Negara-negaraa di belahan bumi selatan) seperti yang telah di teliti oleh Tackle and Shaw (2007).

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.

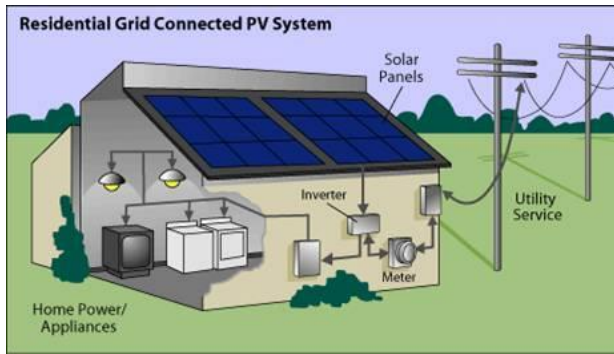
Langkah pertama dalam memasang sebuah panel surya adalah memasang rangka besi di atap rumah. Setelah itu, langkah selanjutnya adalah memasang dudukan panel surya. Dudukan di atas atap harus dipasang rapat menggunakan baut stainless steel sehingga mereka tidak bergeser bahkan ketika angin kencang bertiup.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

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.

4. Simpulan

Sehari diasumsikan sel surya mendapatkan energi selama 12 jam, dari timur ke barat (180 derajat). Jika sel surya digerakkan untuk menjaga sudut datang selalu dibawah atau sam 10 derajat, maka sel surya perlu digerakkan setiap 1 jam 20 menit. Jika sel surya digerakkan untuk menjaga sudut datang selalu dibawah atau sama 20 derajat, maka sel surya perlu digerakkan setiap 2 jam 40 menit.

Terakhir, untuk dapat tersusunnya makalah ini diucapkan terimakasih kepada orang yang membantu diskusi, dan kepada Acuan yang sudah menjadi referensi.

5. Daftar Acuan

- [1] <http://www.indoenergi.com/2012/04/cara-memasang-panel-surya-di-atap-rumah.html>
- [2] <http://www.energisurya.wordpress.com>
- [3] Rafi, A. dan Rif'an, M., (2007). Perancangan Sistem Penjejak Matahari Berbasis Mikrocontroller dan Sensor Cahaya. Skripsi.
- [4] <http://www.Solarcell.co.id>
- [5] <http://www.finance.detik.com>
- [6] <http://www.solarsuryaindonesia.com>
- [7] <http://solartracker> – Solar
- [8] Rif'an, M. Sholeh HP. Shidiq, Mahfudz. Yuwono, Rudy. Suyono, Hadi. Fitriana. (2012). Optimasi Pemanfaatan Energi Listrik Tenaga Matahari di Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
- [9] Syafriyudin. Sustriawan. Sabdullah, Mursid. Gulo, Fitono. (2013). Yogyakarta. Pembangkit Listrik Tenaga Panas Matahari Berbasis Mesin Striling Untuk Skala Rumah Tangga.
- [10] Celik, A., N., (2003). Long-term Energy Output Estimation for Photovoltaic Energy Systems using Synthetic Solar Irradiation Data, Amsterdam, Journal of Energy, Volume 8, Issue 5, pp. 499-493.