

PERANCANGAN ARSITEKTUR *HARDWARE* DAN *MONITORING SMART CHARGER*

Max Teja Aji Cipta W

Program Studi Teknik Informatika

Institut Teknologi PLN

Menara PLN, Jl. Lingkar Luar Barat, Duri Kosambi, Cengkareng, Jakarta Barat 11750

e-mail : najamuddin313@gmail.com

ABSTRACT

Gadget digunakan oleh hampir semua kalangan dengan mobilitas yang tinggi sehingga membutuhkan catu daya listrik hampir di semua tempat dan kondisi ketika baterai hampir habis. Keterbatasan catu daya listrik PLN dan keterbatasan energi fosil seharusnya lambat laun akan tergantikan dengan energi terbarukan dari tenaga surya, tenaga bayu, tenaga air, panas bumi serta yang lainnya. Dalam penelitian ini kami mengusulkan sebuah arsitektur hardware untuk menciptakan Smart Charger. Kami memanfaatkan energi surya sebagai penghasil listrik di mana terdapat tracker solar panel yang bisa berputar untuk menangkap sinar matahari lebih banyak, serta penambahan dinamo generator DC dan fly wheel untuk melipat ganakan daya yang ada. Hasil penelitian menunjukkan pemakaian dual inverter yaitu On Grid dan Off Grid lebih baik dari sisi pemakaian yang tidak menimbulkan overheating sehingga lebih awet dan baterai pun juga demikian. Pemakaian SCC MPPT dapat menaikkan efektivitas penyimpanan daya sebesar 2% di banding mode PWM. Sehingga di perancangan smart charger ini memakai dual inverter dan MPPT SCC.

Keywords : *Microcontroller, Energi Terbarukan, Pengisian Daya, Daya. Inverter.*

1. PENDAHULUAN

A. Ketentuan Umum

Listrik merupakan bagian yang sangat erat dan tidak bisa dipisahkan dari kehidupan manusia, hampir semua aktivitas manusia di segala bidang memerlukan listrik. Kebutuhan akan

energi listrik saat ini bukan hanya menjadi kebutuhan bagi masyarakat yang tinggal di daerah perkotaan, tetapi sudah menjadi kebutuhan setiap orang termasuk yang tinggal di desa- desa terpencil. Semakin hari kebutuhan akan listrik terus mengalami peningkatan.

Dalam kehidupan sehari-hari pun manusia mengandalkan listrik, mulai dari memasak, belajar, mengisi ulang daya ponsel dan laptop dan masih banyak lagi. Apalagi di zaman teknologi yang semakin banyak berkembang, dimana setiap perangkat pada umumnya membutuhkan listrik untuk mengisi ulang baterai. Contohnya adalah smartphone, laptop. Smartphone. pada tahun 2005, International Data Corporation melakukan survei di 7 negara: Australia, Hongkong, Malaysia, China, Korsel, Taiwan dan Singapura yang menunjukkan ada peningkatan kepemilikan ponsel di 7 negara tersebut mencapai 90,29r atau naik dari 80,29r dari tahun sebelumnya (Star in Tech, 2006). Begitu juga dengan perangkat portable yang biasa disebut dengan Laptop. Laptop merupakan sebuah perangkat elektronik yang sudah menjadi kebutuhan pokok bagi seseorang untuk mendukung kerjanya.

Kebutuhan listrik meningkat, namun kenyataannya jumlah listrik saat ini sangatlah minim untuk memenuhi kebutuhan energi listrik masyarakat. Untuk mengatasi hal tersebut berbagai upaya telah dilakukan salah satunya yaitu membuat pembangkit listrik dengan berbagai tenaga seperti pembangkit listrik tenaga tenaga diesel (PLTD, pembangkit

listrik tenaga Angin, pembangkit listrik tenaga air (PLTA), pembangkit listrik tenaga panas bumi (PLTP), pembangkit listrik tenaga ombak, pembangkit listrik tenaga uap (PLTU), pembangkit listrik tenaga nuklir (PLTN), pembangkit listrik tenaga surya (PLTS), dan lain-lain.

Sebagai wilayah yang dilalui garis khatulistiwa, Indonesia menerima radiasi yang cenderung tegak lurus dibanding wilayah lain di muka bumi. Sehingga memberikan kontribusi dalam pemanfaatan energi surya. Secara keseluruhan wilayah Indonesia menerima radiasi matahari yang cukup tinggi rata-rata 12,38 MJ.m⁻².hari⁻¹. Hal ini dikarenakan posisi matahari yang cenderung tegak lurus terhadap ekuatorial. Ketersediaan tersebut menjadi potensi besar untuk sumber energi terbarukan dan berkelanjutan. mendukung pengembangan teknologi ramah lingkungan, ketika isu global warming semakin marak.

Energi surya merupakan energi yang bersih dan berkelimpahan(2*. Bumi menerima 3.9 x 10⁶ EJ (1 EJ = 10¹⁸J) dari energi surya setiap tahunnya("*, atau sekitar 10.000 kali dari jumlah konsumsi energi dunia pertahun. Densitas kekuatannya 1 kW m² pada saat hart cerah, dan kekuatan surya secara global sekitar 160.000 TW(7). Ketersediaan

tersebut menjadi potensi besar untuk sumber energi terbarukan dan berkelanjutan. mendukung pengembangan teknologi ramah lingkungan, ketika isu global warming semakin marak.

Diesel generator adalah suatu pembangkit listrik yang terdiri dari kombinasi mesin diesel dengan generator listrik (alternator) yang berfungsi untuk menghasilkan energi listrik. Diesel generator biasanya digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik dengan pemakaian beban dalam jumlah kecil atau dapat berfungsi sebagai backup apabila pembangkit listrik utama tidak mampu melayani supply daya ke beban dan sebagai cadangan untuk melayani beban di waktu puncak pemakaian tenaga listrik oleh konsumen.

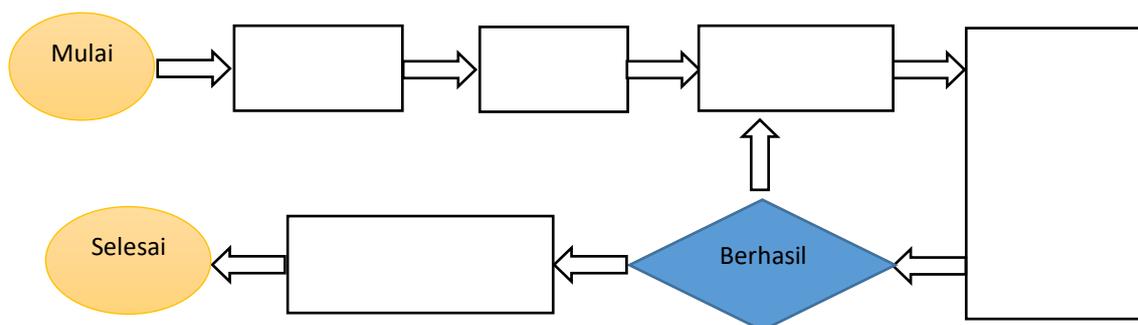
Dalam penelitian ini, selain memanfaatkan energi surya sebagai penghasil listrik, generator set tanpa BBM dirancang sebagai energi alternatif memiliki berbagai macam keuntungan diantaranya, penggunaan energi ini sangat

ramah lingkungan dan tidak menimbulkan emisi yang merusak lingkungan.

Dalam melakukan perancangan *Hardware Smart Charger* ini, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang atau mendesain suatu alat pengisian daya dengan energi alternatif yaitu cahaya matahari yang di dalamnya terdapat Komponen yang sangat kompleks?;
2. Bagaimana mendesain suatu control dan monitoring Smart Charger menggunakan dual inverter yaitu ON Grid dan OFF Grid Inverter;
3. Apakah metode yang diusulkan dalam membuat *smart charger* dapat bekerja dengan baik?

Diagram alur penelitian di tampilan pada Gambar 1.



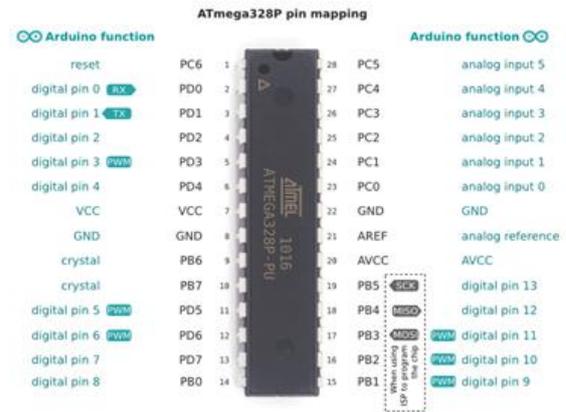
2. ALAT DAN METODOLOGI

2.1. Alat dan Bahan

Beberapa komponen utama smart yang dibutuhkan dalam mendesain smart charger seperti Arduino ATmega 328, Dua Jenis Inverter yaitu *On Grid* dan *Off Grid Inverter* yang bekerja secara bergantian, *Solar Charger Controller* jenis PWM dan MPPT, Solar Panel jenis *Monocrystalline*, Sensor Arus, Tegangan dan Cahaya, Baterai atau Aki untuk penyimpanan cadangan catu daya serta komponen elektronika umum lainnya.

2.2.1. Arduino ATmega 328

Arduino Uno adalah papan mikrokontroler dengan Processor ATmega328P. Arduino Uno memiliki 14 digital pin *input / output* (dimana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 *input analog / ADC (Analog to Digital Converter)*, kristal 16 MHz, dilengkapi dengan koneksi USB tipe B, *header ICSP* dan tombol reset. Cukup dengan menghubungkan Kabel USB dengan Komputer atau Adaptor catu daya 12v si Arduino ini sudah bisa bekerja, untuk pemrograman ArduinoUno dapat di Program menggunakan Arduino IDE. Berikut spesifikasi Arduino ATmega328.



Gambar 2. Diagram Port Arduino Atmega 328P



Gambar 3. Papan Arduino Uno

Diagram port Arduino AtMega 328P dan papan Arduino Uno ditampilkan pada Gambar 2 dan 3. Adapun rincian dan fungsi dari susunan pin ATMega328P adalah sebagai berikut (ATMEL, 2012):

1. VCC merupakan pin yang berfungsi sebagai masukan catu daya.
2. GND merupakan pin *Ground*.
3. Port B (PB0 — PB7) merupakan pin masukan/keluaran dua arah (*full duplex*) dan dengan masing-masing port memiliki fungsi khusus.

4. Port C (PC0— PC6) merupakan pin masukan/keluaran dua arah (*full duplex*) dan dengan masing-masing port memiliki fungsi khusus.
5. Port D (PD0 PD7) merupakan pin masukan/keluaran dua arah (*full duplex*) dan dengan masing-masing port memiliki fungsi khusus.
6. RESET merupakan pin yang digunakan untuk mengatur ulang mikrokontroler.
7. XTAL1 dan XTAL2, merupakan pin masukan *external clock*.
8. AVCC merupakan pin masukan tegangan untuk ADC (*Analog-Digital Converter*).
9. AREF merupakan pin masukan tegangan referensi untuk ADC

2.2.2. Inverter

Gambar 4, menunjukkan satu set perangkat *grid tie inverter*. Inverter adalah perangkat elektrik yang dapat digunakan untuk mengubah arus listrik searah (DC) menjadi arus listrik bolak balik (AC). Inverter mengkonversi DC dari perangkat seperti baterai, panel surya / solar cell menjadi AC. Penggunaan inverter dari dalam Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah untuk perangkat yang menggunakan AC (*Alternating Current*).



Gambar 4. Set Grid Tie Inverter

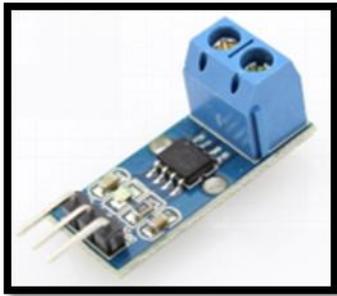
2.2.3. Sensor

Sensor dapat digunakan untuk mendeteksi dan mengetahui magnitude tertentu. Sensor merupakan jenis transduser untuk mengubah variasi mekanis, magnetis, panas, sinar dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik. Sensor memegang peranan penting dalam mengendalikan proses pabrikasi modern. (Petruzella, 2001 : 157).

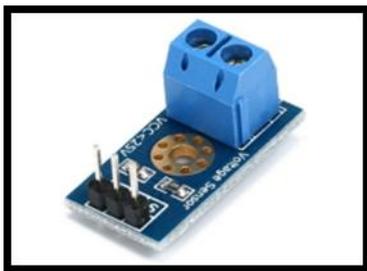
Beberapa alat sensor yang populer digunakan termasuk: (1) Sensor Cahaya/LDR (lihat Gambar 5); (2) Sensor Arus ACS712 (lihat Gambar 6); (3) Sensor Tegangan (lihat Gambar 7).



Gambar 5. Sensor Cahaya / LDR



Gambar 6. Sensor ACS712



Gambar 7. Sensor Tegangan

2.2.4. Solar Control Charge

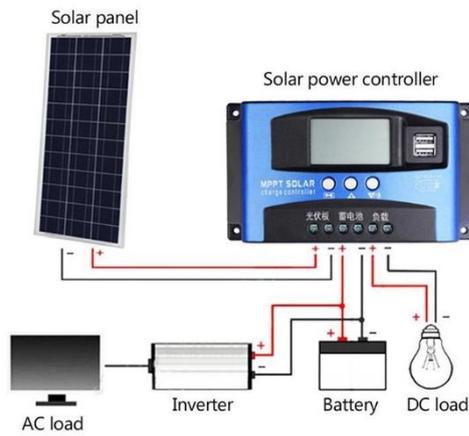
Sebuah rangkaian solar panel yang digunakan dipastikan menggunakan *Solar Controll Charge* (SCC). SCC berfungsi untuk mengontrol pengisian daya yang dihasilkan dari sinar matahari yang kemudian disimpan ke baterai. Selain itu alat ini juga dapat digunakan untuk mencegah terjadinya pengisian daya yang berlebihan (*Over Charging*). Ada dua jenis SCC yaitu MPPT dan PWM.

Maximum Power Point Tracking (MPPT) adalah Suatu Controller yang di dalamnya terdapat beberapa komponen atau perangkat elektronika yang memiliki fungsi untuk mengatur proses pengisian daya kedalam baterai. Selain itu kinerja

antara Panel Surya dengan baterai juga menjadi lebih optimal.

Controller dengan teknologi MPPT juga akan memanen lebih banyak ketika pada saat suhu pada solar panel rendah yaitu dibawah 45 derajat celcius. Di samping teknologi yang canggih, MPPT ini juga lebih mahal jika di bandingkan dengan PWM. Selain itu dia juga dapat menyesuaikan tegangan input untuk mendapatkan daya listrik maksimum dari susunan sel surya kemudian mengubahnya menjadi daya untuk memasok berbagai kebutuhan. Alat MPPT dapat dilihat pada Gambar 8.

PWM Controller Charge adalah biasanya digunakan untuk sistem yang kecil saja, yaitu saat suhu pada sel surya sedang 45 derajat Celcius sampai 75 derajat Celcius. PWM juga memiliki harga jual yang sangat murah, jauh dengan harga yang di tawarkan MPPT. Pada dasarnya PWM adalah sebuah saklar yang menghubungkan panel surya ke baterai, maka hasilnya tegangan array akan di tarik ke dekat baterai. Alat ini dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 8. SCC MPT Solar Controller



Gambar 9. SCC PWM Charge Controller

2.3. Metode yang Diusulkan

Metode yang dipakai dalam perancangan ini adalah eksperimental perbandingan, dimana variable atau alat yang akan dibandingkan untuk memutuskan suatu komponen utama yang dipakai dan dampaknya agar alat bekerja dengan lebih baik sesuai dengan permasalahan dan studi pustaka yang sudah ada.

Perbandingan Pertama adalah pemakai Inverter dimana hanya memakai tipe On Grid atau Off Grid saja atau

keduanya secara bergantian. Sedangkan perbandingan berikutnya adalah pemakaian Solar *Charger Controller* yang dipakai untuk mengoptimalkan pasokan daya dan penyimpanan catu daya cadangan ke baterai. Berikut *flow diagram* metode perancangan eksperimen perbandingan :

Alat	Jenis (var)	ujicoba	Hasil
INVERTER	OFF Grid	1	2
		2	
	ON Grid	3	
SCC	MPPT	4	4
	PWM	5	
Konsep Smart Charger			2
Dual Inverter & MPPT SCC			4

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Inverter

Dari *Flow Chart* Metode yang di pakai akan nada 3 percobaan untuk jenis inverter :

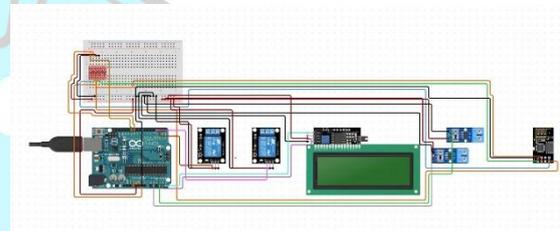
1. Percobaan pertama hanya dengan menggunakan inverter Off Grid kurang begitu efektif mengingat gelombang yang di dihasilkan hanya untuk mengisi baterai DC saja. Kalau memakai inverter ini otomatis semua catu daya harus melewati baterai terlebih mengakibatkan baterai cepat panas

karena sering di isi dan *inverter* pun bekerja terus sehingga cepat panas. Kalau baterai penuh otomatis 60rduino60 daya yang terbangun percuma, saat tidak ada yang mengecharge dan 60rdui daya itu dipakai untuk pengecasan langsung tidak bisa.

2. Percobaan kedua menggunakan kedua *inverter* yaitu *off grid* Ketika mengisi daya ke akumulator atau baterai dan on grid ketika dipakai langsung ke pengguna gadget untuk proses *charging*. Kedua proses tersebut nantinya akan di control dengan arduino dengan kondisi tertentu. Cara ini akan lebih efektif.karena inverter bekerja secara bergantian sehingga tidak cepat panas dan baterai juga tidak selalu dipakai dan discharge dayanya sehingga lebih awet.
3. Percobaan ketiga hanya menggunakan *inverter on grid* saja, sebenarnya juga sudah tercover semua untuk pengisian daya langsung ataupun ke baterai karena kelebihan dari invrter tersebut yang gelombang keluaranya sudah bisa di pakai di perangkat AC maupun DC, tetapi untuk ke arus daya DC baterai justru memerlukan tambahan alat lagi dan akan cepat melemah kekuatan penyimpananya. Lebih tepanya lagi menggunakan *Inverter Hybrid*, tetapi harganya sangat mahal dengan daya

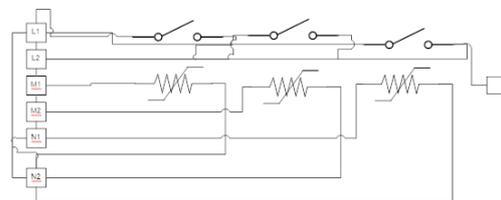
yang sama. Pertimbangan lainnya adalah Kalau hanya memakai Inverter *Hybrid* saja atau *On Grid* saja maka panas dari komponen tersebut akan overheating dan menjadi tidak awet.

Maka dari itu peneliti memakai desain dengan menggunakan *Dual Inverter* untuk *Smart Charger* ini berikur gambar desain untuk Kontrol dan monitoring di sektor inverternya :



Gambar 10. Desain Arduino dan monitoring

Microcontroller Arduino dengan bantuan sensor arus dan tegangan yang nilai inputanya diberikan dari baterai dan sensor cahaya dari solar panel akan diolah oleh algoritma yang ada di Arduino sehingga menghasilkan keputusan yang akan menyalakan dan mematikan inverter dengan bantuan 3 relay dengan desain sebagai berikut :



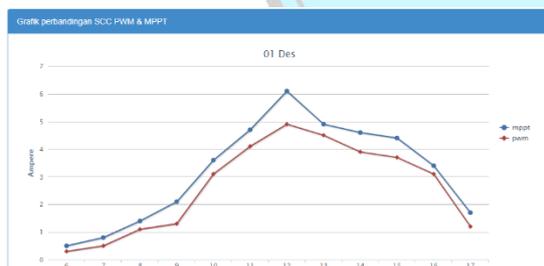
Gambar 11. Rangkaian Relay

Gambar diatas merupakan Relay yang akan memuus dan menyambungkan Daya

dari PLN apabila dimalam hari dan batrai keadaan kosong (R1) dan relay (R2) dan (R3) adalah inverter dimana sensor mendeteksi apakah dari diserap beban apabila ya Arduino mengtur relay agar menonaktifkan inverter 2 (off grid) apabila mengaktifkan inverter (on grid) Jadi panel Surya => sensor => 61rduino => relay => SCC => inventer 01 atau 02=> jika 02 batrai = utama. Jika 01 beban = utama, Jika batrai penuh = beban utama, (beralih ke inverter 02) Jika ada beban inverter membagi dengan mengutamakan beban baru batrai.

3.2 Hasil Solar Cell Controler

Dari percobaan 4 memakai MPPT dan 5 memakai PWM didapatkan pengujian hasil lebih besar rata 2% dengan melihat dua grafik di bawah menunjukkan hail testing alat selama 12 jam mulai jam 6 hingga jam 17 pada tanggal 1 Desember 2020 lokasi di Semarang, Jawa tengah :



Gambar 12. Perbandingan SCC MPPT & PWM

5. KESIMPULAN

Dari pengujian yang telah dilakukan dapat diberikan kesimpulan dari penelitian ini:

1. Pemakaian *Dual Inverter* yaitu *On Grid* dan *Off Grid* dapat di atur dan bekerja dengan baik menggunakan *microcontroller* Arduino Uno dan sensor arus, tegangan dan cahaya dengan terintegrasasi dengan monitoring LED yang akan menunjukkan catu daya mana yang akan di gunakan berdasarkan keputusan atau control dari Arduino dan *Solar Carger Controller* yang akan di teruskan ke relay untuk mutus dan menyambungkan *Inverter* yang akan di pakai ataupun daya dari PLN sebagai backup apabila tidak ada cahaya matahari dan baterai habis.
2. Pemakain *Dual Inverter* memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan hanya memakai salah satu inverter karena dapat bekerja secara bergantian untuk menanggung beban daya, bahkan lebih hemat dan efisien dibanding makai jenis *hybrid* sekalipun. Dilihat dari komponen inverter dan baterai yang jarang terjadi overheating sehingga lebih tahan lama untuk pemakaian jangka panjang
3. Pada pengujian di luar ruangan dengan iradiasi matahari, daya keluaran yang dihasilkan tergantung pada iradiasi

yang diterima panel surya. Untuk sistem MPPT menghasilkan daya keluaran rata – rata sebesar 6,5 A dengan beban 5Ω dengan nilai iradiasi sebesar 117W/m^2 , meningkat lebih baik nilainya 2% dibandingkan dengan pemakaian SCC PWM.

DAFTAR PUSTAKA

- S. Amara, A. Bouallegue and A.Khedher, "Theoretical and Practical Study of a Photovoltaic MPPT Algorithm Applied to Voltage Battery Regulation," International Journal of Renewable Energy Research Vol.4, No 1,2014
- P. Jaiswal and A.Mahor, "Review on MPPT Techniques in Solar Photovoltaic System," International Journal of Advanced Technology in Engineering and Science. Volume No.02, Issue No. 07, July 2014
- D. Ajiatmo and I. Robandi "Optimisasi Maximum Power Point Tracker (Mppt) Sistem Photovoltaic (Pv) Algoritma Pada Pengisian Baterai Kendaraan Listrik Berbasis Firefly Algoritma modifikasi". Prosiding SENTIA. Volume 7, 2015
- V.Ravindran and J. Sutaria, "Implementation in Arm Microcontroller to Maximize the Power Output of Solar Panel using Hill Climbing Algorithm," International Conference on Electrical, Electronics, and Optimization Techniques (ICEEOT), 2016
- CW. Priananda and R Sulistyowati, "Analisis dan Simulasi Metode Hill Climbing untuk Maximum Power Point Tracker (MPPT) pada Photovoltaic," Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan III Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, 2015
- L. Qin and X.Lu, "Matlab/Simulink-Based Research on Maximum Power Point Tracking of Photovoltaic Generation," International Conference on Applied Physics and Industrial Engineering 2012
- DS. Morales, "Maximum Power Point Tracking Algorithms for Photovoltaic Applications," 2010

- WK. Francis, SS. Beevi, J. Mathew, "MATLAB/Simulink PV Module Model of P&O And DC Link CDC MPPT Algorithms with Labview Real Time Monitoring And Control Over P&O Technique," International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering 2014.
- Chin, CS., Neelakantan, P., Yoong, HP., & Teo, KTK. (2011). "Optimisation of Fuzzy Based Maximum Power Point Tracking in PV System Rapidly Changing Solar Irradiance". Transaction on Solar Energy and Planning. ISSN: 2229-8711 Online Publication, June.
- International Energy Agency. (2010). "Trends in photovoltaic applications". Survey report of selected IEA countries between 1992 and 2009. Report IEA-PVPS Task 1 T1-19:2010.
- M. Ary Heryanto, Wisnu Adi P., "Pemrograman Bahasa C untuk Mikrokontroler ATMEGA8535." Yogyakarta: ANDI, 2008
- Richard H., How do solar panel work?. New York: Chelsea Clubhouse, 2010.
- John B, Michael S, Nicole B.N., "Introduction to Photovoltaic System Design". Burlington: Jones & Barlett learning, 2013.
- Adel S.S., Kenneth C.S., "Microelectronic Circuit fifth edition". New York: Oxford University Press, inc., 2004.
- Vasca F., Lannelli L. "Dynamics and Control of Switched Electronic Systems": Advanced Perspectives for Modeling, Simulation and Control of Power Converters. London: Springer, 2012