



PROSIDING

**SEMINAR NASIONAL FORTEI 7-3
2020**

ISSN: 2621-3540 (Online)

ISSN: 2621-5551 (Cetak)

BIDANG:

**TEKNIK TENAGA LISTRIK, TEKNIK ELEKTRONIKA, SISTEM
KONTROL, TEKNIK KOMPUTER & INFORMATIKA,
TELEKOMUNIKASI, BIOMEDIK**



**FORUM PENDIDIKAN TINGGI ELEKTRO INDONESIA
REGIONAL VII**

SUSUNAN DEWAN REDAKSI SINARFE7-3

Penasehat	:	Prof. Dr. Ir. Mochamad Ashari, M.Eng. (ITS) Dr. Tri Arief Sardjono, S.T., M.T. (ITS)
Steering Committee (SC)	:	Dr. Eng. Ardyono Priyadi, S.T., M.Eng. (ITS) Prof. Ir. Hadi Suyono, S.T., M.T., Ph.D., IPM. (UB) Dedet Candra Riawan, ST., M.Eng., Ph.D. (ITS)
Ketua	:	Petrus Santoso, S.T., M.Sc. (PETRA)
Sekretaris	:	Miftachul Ulum, S.T., M.T. (UTM)
Bendahara	:	Dr. Eng. Siti Sendari, S.T., M.T. (UM)
Managing Editors	:	Machrus Ali, ST., MT., IPM. (UNDAR)
Editorial Boards	:	Dr. Irrine Budi Sulistiawati, S.T., M.T. (ITN) Dr. Lilik Anifah, S.T., M.T. (UNESA) R. Arief Setyawan, S.T., M.T. (UB) Diah Arie W.K., S.T., M.T. (UNISKA)
Reviewer		
a. Divisi Teknik Tenaga Listrik	:	Rini Nur Hasanah, Ph.D. (UB) A.N. Afandi, ST, MT, MIAEng, MIEEEE, Ph.D. (UM) Ir. Wijono, M.T., Ph.D (UB) Dr. Ir. Saidah, M.T. (UBHARA)
b. Divisi Teknik Elektronika	:	Mohammad Jasa Afroni, S.T., M.T., Ph.D (UNISMA) Winarno, S.Si., M.T. (UNAIR) Rini Puji Astutik, S.T., M.T. (UMG)

- c. Divisi Sistem Kontrol : Handy Wicaksono S.T., M.T., Ph.D. (PETRA)
Diky Siswanto, S.T., M.T., Ph.D. (UWG)
Rahman Arifuddin, S.T., M.T. (UNMER)
Titiek Suheta, S.T., M.T. (ITATS)
- d. Divisi Teknik Komputer & Informatika : Ana Nuril Achadiyah, S.T., M.T. (POLISMA)
Ir. Hidayatul Nurohmah, M.T. (UNDAR)
Desriyanti, S.T, M.Kom. (UMPO)
- e. Divisi Biomedik : Dr. Ir. Widjonarko, S.T., M.T. IPM. (UNEJ)
Joko Subur, S.T., M.T. (UHT)
Candra Pradhana, M.Si. (UNIRA)
- Koordinator Session : Dr.Eng. Dwi Arman Prasetya, ST., M.T. (UNMER)
Dr. Ir. Jamaaluddin, MM. (UMSIDA)
Ir. Anang Widianoro, S.T., M.T., IPM. (UMSby)
Iradiratu Diah Prahmana Karyatanti, S.T., M.T. (UHT)



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puji bagi Tuhan Yang Maha Esa, atas segala rahmatnya maka Sinarfe-3 kegiatan rutin dari Fortei Regional 7 Jawa Timur berhasil dilaksanakan. Pada tahun ketiga ini di tengah-tengah masa pandemi Sinarfe-3 dapat diselenggarakan dengan lancar oleh Universitas Kristen Petra Surabaya secara daring pada tanggal 2 September 2020.

Kegiatan Seminar ini merupakan sarana untuk publikasi hasil karya ilmiah baik mahasiswa maupun dosen di seluruh Perguruan Tinggi anggota Fortei Regional Wilayah 7 pada khususnya dan Fortei Nasional pada umumnya.

Pada kesempatan ini, kami mewakili Panitia Penyelenggara dan seluruh tim Fortei Regional Wilayah 7 mengucapkan banyak terima kasih atas segala bentuk dukungan, partisipasi dan kebersamaan dalam seluruh kegiatan Seminar hingga terbitnya prosiding Sinarfe yang ketiga ini.

Surabaya, September 2020

DAFTAR ISI

NO	Kode	JUDUL MAKALAH	Hal
1.	3001	Perancangan Sistem Absensi Sekolah Menggunakan RFID Berbasis Internet Of Thing Di SMPN 1 Kamal Burhanudin Abdullah, Achmad Ubaidillah, Kunto Aji Wibisono	1-5
2.	3005	Analisa Meningkatnya Jumlah Pelanggan Dan Konsumsi Energi Listrik Terhadap Sistem Distribusi Ketenagalistrikan Kota Surabaya Menggunakan Metode DKL 3.2 Arsito Surya Pradana, Efrita Arfah Zuliari	6-10
3.	3006	Rancang Bangun Alat Penjurian Pencak Silat Berbasis Arduino Dengan Komunikasi Smartphone Android Miftahul Ulumuddin, Affan Bachri, Zainal Abidin	11-14
4.	3007	Economic Dispath Pada Pembangkit Listrik Tenaga Gas Dan Uap Di PT. Petrokimia Gresik Menggunakan Particle Swarm Optimization (PSO) M. Syaifuddin Zuhri , Misbah, P. P. S. Saputra	15-20
5.	3012	Rancang Bangun Alat Pembaca Kwh Meter Berbasis Arduino Uno Dan Kirim Data Via Internet Of Things M. Ruinaldi Pratama, Affan Bachri, Ulul Ilmi	21-27
6.	3015	Sistem Informasi Manajemen Gedung Serbaguna Di Universitas Hang Tuah Surabaya Berbasis Website Agus Sumardiono_, Suryadhi	28-34
7.	3017	Rancang Bangun Alat Bantu Bagi Penyandang Tunanetra Firman Hardi Gunawan, Arief Budi Laksono, Affan Bachri	35-40
8.	3018	Prototipe Monitoring Kadar Keasaman Air, Suhu Air Dan Pemberian Pakan Otomatis Pada Tambak Ikan Mujair Berbasis Mikrokontroller Mohammad Fajrul Karim, Zainal Abidin, Ulul Ilmi	41-46
9.	3020	Rancang Bangun Nurse Call (Pemanggil Perawat) Berbasis Internet Of Things (IoT) M Denny Ervianto, Zainal Abidin, Affan Bachri	47-52
10.	3021	Rancang Bangun Robot Kendali Lingkungan Berbasis Android Syaiful Hartono Wahid, Arief Budi Laksono, Ulul Ilmi	53-56
11.	3108	Keamanan Kunci Ruang Dosen Elektro UMSIDA Menggunakan Ketukan Berbasis Arduino Fahrizai Akbarlillah Perdana Buana, Indah Sulistiyowati	57-62
12.	3023	Gestur Tangan Untuk Kendali Turtlebot Dan Openmanipulator Alexander Edward, Petrus Santoso	63-69
13.	3024	Robot Penerima Tamu Dengan Sistem Pengenalan Wajah Dan Suara Aaron Marselino Lukman, Petrus Santoso	70-76

NO	Kode	JUDUL MAKALAH	Hal
14.	3025	Pengenalan Rambu Batas Kecepatan Pada Duckiebot Steven Jaya Nugraha, Petrus Santoso, Handry Khoswanto.	77-83
15.	3027	Penerapan Sistem Navigasi Mobile Robot Pada Turtlebot Dengan Depth Sensor Camera Joannes Mahestra Robert Aprilino, Petrus Santoso	84-91
16.	3028	Analisis Performa PV Monocrystalline Dan Polycrystalline Untuk Kecepatan Motor Pompa Air DC Faiz Syaikhoni Aziz, Agung Setyobudi, Ahmad Muzakki Setiawan, Sujito, Mohamad Rodhi Faiz	92-95
17.	3033	Perancangan Transceiver Audio Menggunakan Power Line Communication Pandu Pira Haskara, Rizki Ardianto Priramadhi, Denny Darlis, Fajry Adi Rahman	96-100
18.	3036	Rancang Bangun Automatic Transfer Switch (ATS) Dan Automatic Main Failure (AMF) Berbasis Arduino Uno R328P Pada Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) 220VAC Panky Hermawan, Agus Kiswantono	101-106
19.	3038	Potensi Pembangkit Tenaga Listrik Hybrid Renewable Energy di Pulau Sempu Faiz Syaikhoni Aziz, Ahmad Muzakki Setiawan, Agung Setyobudi	107-110
20.	3045	Sistem Kontrol Nutrisi Untuk Tanaman Sayur Buah Hidroponik Berbasis Fuzzy Logic Dani Ardiyansyah, Richa Watiasih, Adiananda	111-117
21.	3107	Analisa Keandalan Sistem Distribusi 20KV Di PT. PLN (Persero) Rayon Kudus Kota Menggunakan Metode Section Technique Mohammad Remy Hanif, Titiek Suheta	118-122
22.	3052	Analisa Perbandingan PWM Dan MPPT Untuk Beban Di Atas 200W Jamaaluddin Jamaaluddin, Izza Anshory, Emy Rosnawati, Drajad Kuncoro Aji	123-129
23.	3053	Perancangan Dan Pengembangan Basic Air Conditioner Trainer Berbasis Animation Video Yayan Zanwar M., Achmad Ubaidillah Ms. Riza Alfita	130-134
24.	3054	Rancang Bangun Sistem Informasi Perpustakaan Menggunakan Radio Frequency Identification Berbasis Internet Of Thing Zainul Arifin, Diana Rahmawati, Hanifudin Sukri	135-141
25.	3057	Pendeteksi Dan Pengontrol Kadar Gas CO Dalam Kabin Mobil Dilengkapi Dengan GPS Eric Tri Prasetyawan, Anang Widianoro	142-149

NO	Kode	JUDUL MAKALAH	Hal
26.	3059	Sistem Notifikasi Dan Monitoring Penggunaan Energi Pada Kwh Meter 1 Fasa Alvin Suseno Widjaja, Thiang	150-157
27.	3060	Implementasi Jaringan Sensor Nirkabel Dalam Menentukan Posisi Suara Menggunakan Metode TDOA Mohammad Faizin Zaini, Riza Alfita, Achmad Fiqhi Ibadillah	158-162
28.	3061	Web Based Monitoring Tegangan Baterai Kontrol Untuk Genset Pada Kereta Pembangkit Menggunakan Arduino Anggoro Dwi Prakoso, Edy Kurniawan, Desriyanti	163-170
29.	3062	Rancang Bangun Mesin Penetas Telur Menggunakan Sensor DHT11 Mahput Rino Saputro, Saidah	171-178
30.	3063	Rancang Bangun Robot Pengantar Barang Pada Warehouse Berbasis RFID Localization Dan Obstacle Avoidance Abd. Wahid Sholeh, Riza Alfita, Achmad Fiqhi Ibadillah	179-185
31.	3064	Analisa Sistem Monitoring Greenhouse Berbasis Internet Of Things (IoT) Pada Jaringan 4G LTE Ike Fibriani, Widjonarko, Alfredo Bayu, Pratama Ciptaning	186-191
32.	3066	Pendeteksi Kecepatan Proyektil Mortir Bertekanan Udara Menggunakan Sinar Inframerah Arya Mahesa Jenar, Dyah Lestari, I Made Wirawan	192-196
33.	3067	Sistem Informasi Perangkap Hama Serangga Dan Kondisi Perairan Di Persawahan Berbasis Internet Of Things Moh Fredy Riyanto, Rini Puji Astutik, Denny Irawan	197-202
34.	3068	Implementasi Screen Mirroring Pada Smartphone Sebagai Alat Bantu Presentasi Nirkabel Berbasis Raspberry Pi Anugrah Rachmat Danu , Achmad Ubaidillah, Achmad Fiqhi Ibadillah	203-208
35.	3069	Rancang Bangun Sistem Pemberi Pakan Dan Pembersih Kotoran Pada Kandang Kelinci Berbasis Mikrokontroler Atmega 2560 Berli Wahyu Ramadhan, Nuzul Hikmah	209-213
36.	3070	Media Pembelajaran Trainer Instalasi Listrik Dan Motor Berbasis Augmented Reality Mochamad Khoirudin, Riza Alfita, Koko Joni	214-219
37.	3071	Pengaman Kotak Amal Masjid Dilengkapi Gps Dan Sms Gateway Berlian Cahyo Pambudi, Desriyanti, Rhesma Intan Vidyastari	220-224
38.	3072	Rancang Bangun Dishwasher Otomatis Dengan Pengereng Pada Rumah Makan Ririn Indriati, Ahmad Izzuddin, Nuzul Hikmah	225-231

NO	Kode	JUDUL MAKALAH	Hal
39.	3073	Rancang Bangun Modul Trainer Praktik Instalasi Listrik Dan Motor Muhammad Jawahir, Haryanto, Riza Alfita	232-239
40.	3074	Rancang Bangun Sistem Informasi Administrasi Persuratan Berbasis Web Pada Program Studi Teknik Elektro R. Gerry Franata , Achmad Ubaidillah, Riza Alfita	240-245
41.	3075	Alat Identifikasi Jenis Kayu Berbasis Image Processing Dengan Metode K-Nearest Neighbor (KNN) Muhammad A'inul Yaqin, Riza Alfita, Kunto Aji Wibisono	246-251
42.	3078	Perancangan Dan Pengembangan Trainer Air Conditioner Jenis Split Untuk Teknik Elektro Universitas Trunojoyo Madura Indra Dwi Setiawan, Achmad Ubaidillah, Riza Alfita	252-256
43.	3079	Penempatan Kapasitor Pada Saluran Transmisi Purwosari - Pakis Malang Dengan Metode Algoritma Genetika Dimas Prihara Yopi Prasetya, Ermanu Azizul Hakim	257-264
44.	3080	Monitoring Kadar Gas Karbon Monoksida (CO) Dalam Ruangan Menggunakan Mikrokontroller Febri Angga, Kukuh Setyadjit, Santoso	265-269
45.	3081	Koordinasi Optimal Directional Overcurrent Relay Dengan Cuckoo Search Algorithm Pada Sistem Distribusi MESH Zsa Zsa Septina Atsil, Zulfatman, Diding Suhardi	270-275
46.	3087	Simulasi Komunikasi Serial Dengan Protokol I2C Menggunakan Arduino IDE Dan Proteus 8 Candra Pradhana, Mochamad Sulaiman	276-281
47.	3088	Optimasi MPPT Menggunakan PID Dengan Tuning Modified Firefly Algorithm (MFA) Controller Angga Dwi Atmoko, Ayusta Lukita Wardani, Aris Heri Andriawan	282-285
48.	3093	Rancang Bangun Sistem Pemberian Pakan Ikan Otomatis Pada Akuarium Berbasis Arduino Uno Bernado Da Costa Ximenes, Syahri Muharom	286-291
49.	3095	Rancang Bangun Sistem Keamanan Gerbang Otomatis Dengan Radio Frequency Identification (RFID) Febinur Alito Putra, Ratna Hartayu	292-297
50.	3096	Pembangkit Tenaga Surya Menggunakan Rancangan Panel Surya Hybrid Dengan Thermoelectric Generator Khusnul Maulana Ibrahim, Puji Slamet, Gatut Budiono	298-302
51.	3097	Rancang Bangun Sistem Proyektor Nirkabel Sebagai Alat Bantu Presentasi I Nyoman Widya Marta Wijaya, Miftachul Ulum, Kunto Aji W.	303-309

NO	Kode	JUDUL MAKALAH	Hal
52.	3099	Rancang Bangun Sistem Irigasi Pada Tanaman Hidroponik Menggunakan Mikrokontroler Pada Tanaman Sawi Ogik Nugrah Ardiansyah , Himawan Prasetyo Utomo , Balok Hariadi, Ahmad Ridho'i	310-313
53.	3101	Sistem Telemetry Mobil Listrik IMEI TEAM UMSIDA Berbasis IoT Dan Ublox Gps Neo-6m Mochammad Syeh Maulana, Indah Sulistiyowati	314-318
54.	3104	Perancangan Dan Analisis Kualitas Jaringan Radio Pancar Ulang Berbasis ROIP Di Kampus ITN Malang Muhamad Aqil Dzaki, Kartiko Adi Widodo, Sotyohadi	319-323
55.	3106	Audit Konsumsi Energi Listrik Di Gedung Gresmall PT Dharma Graha Utama Titiek Suheta, Moh. Rodhi Hildani	324-329
56.	3109	Analisa Pengaruh Variasi Beban Terhadap Profil Tegangan Pada Feeder GI Polehan Distribusi 20 KV PLN Kota Malang Mochamad Ifan Mashudi, Awan Uji Krismanto, Ni Putu Agustini	330-340

Analisa Perbandingan *PWM* Dan *MPPT* Untuk Beban Di Atas 200 W

Jamaaluddin Jamaaluddin¹⁾; Izza Anshory²⁾; Emy Rosnawati³⁾; Drajad Kuncoro Aji⁴⁾

^{1,2,4} Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

³ Hukum, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

¹jamaaluddin@umsida.ac.id

Abstract - Solar energy sources are one of the energy sources and have advantages compared to fossil energy sources. This solar energy really needs to be researched and developed further, including at the University of Muhammadiyah Sidoarjo. The utilization of this solar energy is by installing a *Photovoltaic Cell (PV)* with a *Photovoltaic output control system using MPPT (Maximum Power point Tracking)* and *PWM (Pulse width Modulation)* for setting the load used and charging batteries. The two PV control methods have different characteristics. This difference will be analyzed according to the load characteristics and sunlight contained in the Electrical Engineering Laboratory of the Muhammadiyah University of Sidoarjo. From the analysis results, it is found that at power above 200 W, *MPPT* has a better voltage stability than using *PWM*.

Keywords — *MPPT; PWM; Solar Energy; Photovoltaic; Voltage*

Abstrak—Sumber energi surya adalah salah satu sumber energi dan memiliki kelebihan dibandingkan dengan sumber energi fosil. Energi matahari ini sangat perlu untuk diteliti dan dikembangkan lebih lanjut termasuk pada lingkungan Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. Pemanfaatan Energi matahari ini, adalah dengan melakukan pemasangan *Photovoltaic Cell (PV)* dengan sistem pengaturan output *Photovoltaic* dengan menggunakan *MPPT (Maximum Power point Tracking)* dan *PWM (Pulse width Modulation)* untuk pengaturan beban terpakai dan pengisian *accu*. Kedua metode kontrol PV itu memiliki karakteristik yang berbeda. Perbedaan ini akan di analisis sesuai dengan karakteristik beban dan sinar matahari yang terdapat pada Laboratorium Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. Dari hasil analisa maka didapatkan pada daya diatas 200 W, *MPPT* mempunyai kestabilan tegangan yang lebih baik daripada jika menggunakan *PWM*.

Kata Kunci— *MPPT; PWM; Energi Surya; Photovoltaic; Tegangan*

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang dilintasi garis khatulistiwa, garis ini hampir tepat ditengah-tengah Indonesia. Sehingga Indonesia memiliki sumber energi matahari yang cukup banyak dengan intensitas radiasi matahari rata – rata sekitar 4.8 kWh/m² per hari di seluruh wilayah Indonesia

[1][2][3]. Sedangkan di sisi lain energi surya ini masih belum dimanfaatkan secara maksimal.

Walaupun pemanfaatan Tenaga surya masih kurang, tetapi sudah cukup banyak dimanfaatkan untuk perumahan dan sering disebut dengan *Solar Home system (SHS)*[4][5][6]. PLTS adalah suatu pembangkit yang mengkonversikan energi foton dari surya menjadi energi listrik. Proses ini terjadi pada sel surya. Konversi ini dilakukan pada panel surya yang terdiri dari sel sel PV[7]. Sel – sel ini merupakan lapisan lapisan tipis dari silikon (*Si*) murni atau bahan semi konduktor lainnya. Sehingga apabila bahan tersebut memperoleh energi foton akan mengeksitasi elektron dari ikatan atomnya menjadi elektron yang bergerak bebas dan pada akhirnya akan mengeluarkan tegangan listrik arus searah[8][9].

Pada penelitian ini, akan dimanfaatkan PLTS itu untuk menjadi sumber energi alternatif pada Laboratorium Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, disamping sebagai sarana penelitian untuk langkah awal penerapan *Solar Building System (SBS)* juga sebagai sarana mengurangi biaya energi listrik yang disuplai oleh PT. PLN. Penelitian ini menganalisa efisiensi penggunaan pengatur daya masuk dari matahari (*Solar panel*) dan pembagian bebannya yang kearah beban beban terpakai dan kearah penyimpanan energi atau *accu*[10].

Pada penggunaan sistem pengaturan ini dikenal ada 2 sistem yaitu menggunakan *Maximum Power Point Tracking (MPPT)* Dan *Pulse Width Modulation (PWM)*[11][12]. Masing – masing sistem pengaturan tersebut memiliki karakteristik dan kemampuan masing – masing. Oleh karenanya pada penelitian ini akan dilakukan analisa percobaan dan pelaksanaan prakteknya sehingga di dapatkan sistem pengaturan yang paling baik untuk *SBS* yang akan di aplikasikan pada bangunan gedung[13][14].

II. METODE PENELITIAN

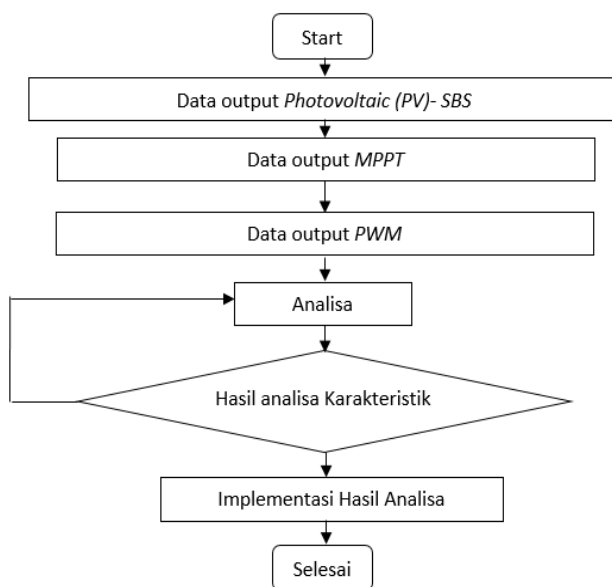
2.1. Bagan Alir Penelitian

Adapun bagan Alir penelitian pada metode ini adalah sebagaimana ditunjukkan pada Gambar.1 : Penelitian yang akan dilakukan ini memiliki tahapan – tahapan sebagai berikut:

2.2. Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan rencana kegiatan sebagai berikut, diantaranya:

1. Pemasangan PV pada Laboratorium Teknik Elektro kampus 2 Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. Beserta alat penyimpan arus (*accumulator*), kontrol pengisian unit dan beban. Disimulasikan pemakaian daya PV diinterkoneksi dengan *Sub Distribution Panel (SDP)* pada Laboratorium Teknik Elektro.
2. Pengumpulan data output tegangan dan arus pada PV berikut arus dan tegangan *accu* dan beban terpakai.
3. Data analisa karakteristik MPPT dan PWM .
4. Melakukan aplikasi sistem dan dicoba penerapannya pada sistem yang terpasang pada Laboratorium Teknik Tenaga Listrik dan Konversi Energi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.
5. Evaluasi dan perbaikan.
6. Pelaporan.



Gambar.1. Bagan alir penelitian

2.3. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang dilakukan peneliti guna mendukung penelitian adalah :

- a. Pengukuran tegangan dan arus output PV, Pengukuran ini dilakukan dengan mempergunakan ampere meter dan volt meter digital.

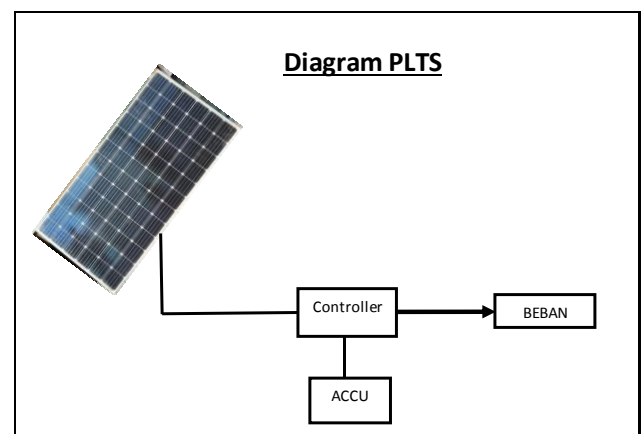
- b. Pengukuran tegangan dan arus ke arah beban terpakai. Pengukuran ini dilakukan dengan mempergunakan *ampere meter* dan *volt meter digital*.
- c. Pengukuran tegangan dan arus ke arah beban terpakai. Pengukuran ini dilakukan dengan mempergunakan *ampere meter* dan *volt meter digital*.
- d. Studi Pustaka

Pada tahap studi literatur, dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui secara teoritis mengenai metode apa yang dapat digunakan untuk mengambil kesimpulan dari penelitian ini. Beberapa teori yang menjadi dasar dalam penelitian ini antara lain adalah Sistem PV, Teknik pengukuran output system PV. Sistem pengaturan output PV, Output *accu* dan output ke beban dengan mempergunakan MPPT dan PWM[15][9][12].

III. DATA ANALISA PENELITIAN

3.1. Blok Diagram Rangkaian

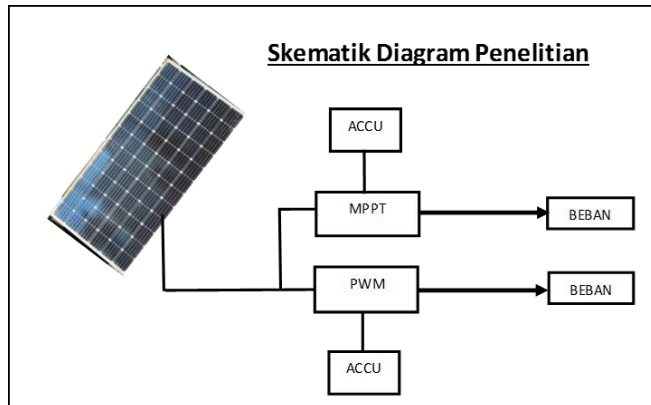
Blok diagram rangkaian PLTS sebagaimana ditunjukkan pada gambar 2. Gambar 2. menunjukkan sistem PLTS dimulai dari *Photovoltaic (PV)* – *Controler* – dibagi dua, yang pertama ke arah beban dan yang lainnya ke arah *accu*.



Gambar 2. Blok Diagram PLTS

Untuk *controler* dikarenakan yang diteliti adalah perbandingan antara kontroler yang menggunakan MPPT dan PWM, maka sesudah dari PV arus dipisah menjadi 2 yaitu ACCU dan beban. Adapun rangkaian yang dipergunakan untuk pelaksanaan penelitian adalah sebagaimana pada gambar 3.

Proses penelitian menggunakan skematik diagram sebagaimana gambar 3. Masing-masing sistem dilakukan pengukuran tegangan dan arusnya tiap satuan waktu tertentu. Sehingga akan di dapatkan hasil analisis yang akurat pada masing – masing sistem *Controller* nya.



Gambar 3. Skematik Pelaksanaan Penelitian

3.2. Pengukuran Yang Dilakukan

Pengukuran yang dilakukan untuk melaksanakan penelitian ini ada beberapa tahap, yaitu:

- Pengukuran tegangan dan arus *output PV*, Pengukuran ini dilakukan dengan mempergunakan ampere meter dan volt meter digital dari jam per 30 menit selama 4 jam, mulai jam 10.00 WIB sampai dengan 14.00 WIB.
- Pengukuran tegangan dan arus ke arah beban terpakai. Pengukuran ini dilakukan dengan mempergunakan ampere meter dan volt meter digital dari jam per 30 menit selama 4 jam, mulai jam 10.00 WIB sampai dengan 14.00 WIB.
- Pengukuran tegangan dan arus ke arah beban terpakai. Pengukuran ini dilakukan dengan mempergunakan *ampere meter* dan *volt meter digital* dari jam per 30 menit selama 4 jam, mulai jam 10.00 WIB sampai dengan 14.00 WIB.

Dengan ketentuan sebagaimana dibawah ini:

- Semua pengukuran diatas diberlakukan untuk sistem *PWM* dan sistem *MPPT*.
- Pengukuran dilakukan dengan menggunakan beban dibawah 200 wP.

3.3. Hasil Pengukuran

Pengukuran dilakukan beberapa kali, dengan *PV* sebanyak 1 buah, *Controller PWM* 1 unit dan *MPPT* 1 unit. Hasil pengukuran yang dilakukan ditunjukkan pada tabel 1. sampai tabel 6. Pengukuran ini dilakukan untuk beban dibawah 200 W.

Tabel. 1. Pengukuran Tegangan Tanggal 7 Juli 2020 Dengan *PWM*(Beban>200W)

PWM						
Time	Photovoltaic		Battery		Load > 200 wp	
	Voltage	Current	Voltage	Current	Voltage	Current

10.00	12,20	18,20	12,70	18,10	9,60	21,30
10.30	12,20	18,20	12,70	18,10	9,60	21,30
11.00	12,50	18,20	12,70	18,10	9,60	21,30
11.30	12,50	18,20	12,50	19,00	9,70	21,30
12.00	12,50	18,20	12,50	19,00	9,30	21,70
12.30	12,00	18,20	11,30	20,30	12,10	19,70
13.00	13,20	17,50	12,20	19,70	11,40	20,10
13.30	13,00	17,50	12,20	19,70	14,13	18,90
14.00	13,00	17,50	12,20	19,70	12,90	18,00

Tabel. 2. Pengukuran Tegangan Tanggal 7 Juli 2020 Dengan *MPPT*

MPPT						
Time	Photovoltaic		Battery		Load > 200 wp	
	Voltage	Current	Voltage	Current	Voltage	Current
10.00	14,00	4,38	12,00	18,33	12,00	18,33
10.30	14,00	4,38	12,00	18,33	12,00	18,33
11.00	14,00	4,38	12,00	18,33	12,00	18,33
11.30	14,30	4,30	12,10	18,18	12,10	18,18
12.00	14,30	4,30	12,00	18,18	12,10	18,18
12.30	14,30	4,30	12,00	18,18	12,10	18,18
13.00	14,30	4,30	12,00	18,33	12,00	18,33
13.30	14,10	4,36	12,00	18,33	12,00	18,33
14.00	14,10	4,36	12,00	18,33	12,00	18,33

Tabel. 3. Pengukuran Tegangan Tanggal 8 Juli 2020 dengan *PWM*

PWM						
Time	Photovoltaic		Battery		Load > 200 wp	
	Voltage	Current	Voltage	Current	Voltage	Current
10.00	12,15	18,20	12,10	18,10	10,30	21,30
10.30	12,15	18,20	12,10	18,10	10,30	21,30
11.00	12,15	18,20	12,10	18,10	10,30	21,30
11.30	12,50	18,20	12,50	19,00	12,10	21,30
12.00	12,50	18,20	12,50	19,00	12,10	21,70
12.30	12,00	18,20	11,30	20,30	12,10	19,70
13.00	13,20	17,50	12,20	19,70	11,40	20,10
13.30	13,00	17,50	12,20	19,70	14,13	18,90
14.00	13,00	17,50	12,20	19,70	12,90	18,00

Tabel. 4. Pengukuran Tegangan Tanggal 8 Juli 2020 Dengan MPPT

MPPT						
Time	Photovoltaic		Battery		Load > 200 wp	
	Voltage	Current	Voltage	Current	Voltage	Current
10.00	13,90	4,38	12,00	18,33	12,00	18,33
10.30	13,90	4,38	12,00	18,33	12,00	18,33
11.00	13,90	4,38	12,00	18,33	12,00	18,33
11.30	14,30	4,30	12,10	18,18	12,10	18,18
12.00	14,30	4,30	12,00	18,18	12,10	18,18
12.30	14,30	4,30	12,00	18,18	12,10	18,18
13.00	14,25	4,30	12,00	18,33	12,00	18,33
13.30	14,10	4,36	12,00	18,33	12,00	18,33
14.00	14,10	4,36	12,00	18,33	12,00	18,33

Tabel. 5. Pengukuran Tegangan Tanggal 9 Juli 2020 Dengan PWM

PWM						
Time	Photovoltaic		Battery		Load > 200 wp	
	Voltage	Current	Voltage	Current	Voltage	Current
10.00	12,20	18,20	12,10	18,10	9,60	21,30
10.30	12,20	18,20	12,10	18,10	9,60	21,30
11.00	12,45	18,20	12,30	18,10	9,60	21,30
11.30	12,45	18,20	12,30	19,00	9,70	21,30
12.00	12,45	18,20	12,30	19,00	9,30	21,70
12.30	12,45	18,20	12,30	20,30	12,10	19,70
13.00	13,20	17,50	12,20	19,70	11,40	20,10
13.30	13,00	17,50	12,20	19,70	14,13	18,90
14.00	13,00	17,50	12,20	19,70	12,90	18,00

Tabel. 6. Pengukuran Tegangan Tanggal 9 Juli 2020 Dengan MPPT

MPPT						
Time	Photovoltaic		Battery		Load > 200 wp	
	Voltage	Current	Voltage	Current	Voltage	Current
10.00	13,85	4,38	12,00	18,33	12,00	18,33
10.30	13,85	4,38	12,00	18,33	12,00	18,33
11.00	13,85	4,38	12,00	18,33	12,00	18,33
11.30	14,18	4,30	12,10	18,18	12,20	18,18
12.00	14,18	4,30	12,00	18,18	12,20	18,18
12.30	14,18	4,30	12,00	18,18	12,20	18,18

13.00	14,18	4,30	12,00	18,33	12,20	18,33
13.30	14,10	4,36	12,00	18,33	12,00	18,33
14.00	14,10	4,36	12,00	18,33	12,00	18,33

Dari data primer pada tabel 1 sampai dengan tabel 6 diatas, maka dibuatlah nilai rata-rata per pengukuran. Rata-rata diambil untuk tegangan *PV*, tegangan Baterei dan tegangan beban dengan menggunakan *PWM* dan *MPPT* selama 3 hari pengukuran mulai tanggal 7-9 Juli 2020. Dari data mentah diatas agar supaya dapat dilakukan analisa maka dilakukan perhitungan rata-rata. Sedangkan hasil perhitungan rata-rata adalah sebagaimana pada tabel 7 sampai dengan tabel 12.

Tabel. 7. Nilai Rata Rata Tegangan *PV* dengan Menggunakan PWM(Beban>200W)

Time	PWM				
	1	2	3	JML	RATA
10.00	12,20	12,15	12,20	36,55	12,18
10.30	12,20	12,15	12,20	36,55	12,18
11.00	12,50	12,15	12,45	37,10	12,37
11.30	12,50	12,50	12,45	37,45	12,48
12.00	12,50	12,50	12,45	37,45	12,48
12.30	12,00	12,00	12,45	36,45	12,15
13.00	13,20	13,20	13,20	39,60	13,20
13.30	13,00	13,00	13,00	39,00	13,00
14.00	13,00	13,00	13,00	39,00	13,00

Tabel. 8. Nilai Rata Rata Tegangan *PV* dengan Menggunakan MPPT(Beban>200W)

Time	MPPT				
	1	2	3	JML	RATA
10.00	14,00	13,90	13,85	41,75	13,92
10.30	14,00	13,90	13,85	41,75	13,92
11.00	14,00	13,90	13,85	41,75	13,92
11.30	14,30	14,30	14,18	42,78	14,26
12.00	14,30	14,30	14,18	42,78	14,26
12.30	14,30	14,30	14,18	42,78	14,26
13.00	14,30	14,25	14,18	42,73	14,24
13.30	14,10	14,10	14,10	42,30	14,10
14.00	14,10	14,10	14,10	42,30	14,10

Tabel. 9. Nilai Rata Rata Tegangan Baterei dengan Menggunakan *PWM*(Beban>200W)

Time	PWM				
	1	2	3	JML	RATA
10.00	12,70	12,10	12,10	36,90	12,30
10.30	12,70	12,10	12,10	36,90	12,30
11.00	12,70	12,10	12,30	37,10	12,37
11.30	12,50	12,50	12,30	37,30	12,43
12.00	12,50	12,50	12,30	37,30	12,43
12.30	11,30	11,30	12,30	34,90	11,63
13.00	12,20	12,20	12,20	36,60	12,20
13.30	12,20	12,20	12,20	36,60	12,20
14.00	12,20	12,20	12,20	36,60	12,20

Tabel. 10. Nilai Rata Rata Tegangan Baterei dengan Menggunakan *MPPT*(Beban>200W)

Time	MPPT				
	1	2	3	JML	RATA
10.00	12,00	12,00	12,00	36,00	12,00
10.30	12,00	12,00	12,00	36,00	12,00
11.00	12,00	12,00	12,00	36,00	12,00
11.30	12,10	12,10	12,10	36,30	12,10
12.00	12,00	12,00	12,00	36,00	12,00
12.30	12,00	12,00	12,00	36,00	12,00
13.00	12,00	12,00	12,00	36,00	12,00
13.30	12,00	12,00	12,00	36,00	12,00
14.00	12,00	12,00	12,00	36,00	12,00

Tabel. 11. Nilai Rata Rata Tegangan Beban dengan Menggunakan *PWM*(Beban>200W)

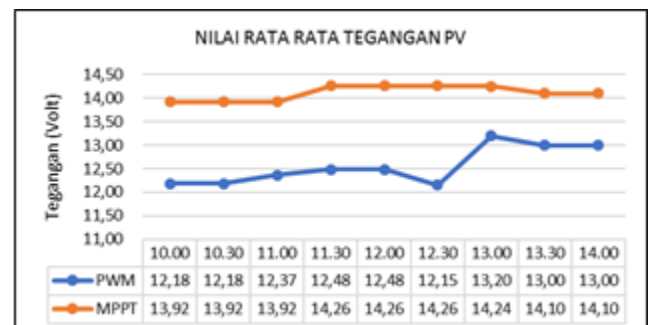
Time	PWM				
	1	2	3	JML	RATA
10.00	9,60	10,30	9,60	29,50	9,83
10.30	9,60	10,30	9,60	29,50	9,83
11.00	9,60	10,30	9,60	29,50	9,83
11.30	9,70	12,10	9,70	31,50	10,50
12.00	9,30	12,10	9,30	30,70	10,23
12.30	12,10	12,10	12,10	36,30	12,10
13.00	11,40	11,40	11,40	34,20	11,40
13.30	14,13	14,13	14,13	42,39	14,13

14,00 12,90 12,90 12,90 38,70 12,90

Tabel. 12. Nilai Rata Rata Tegangan Beban dengan Menggunakan *MPPT*(Beban>200W)

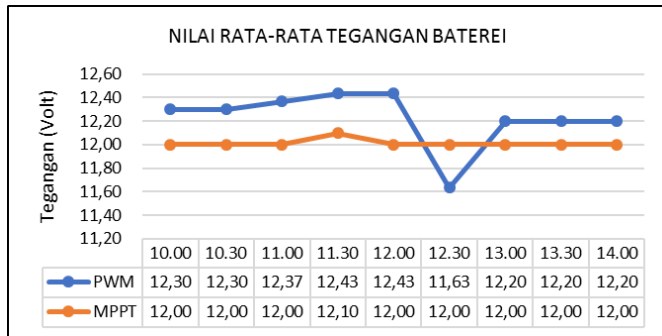
Time	MPPT				
	1	2	3	JML	RATA
10.00	12,00	12,00	12,00	36,00	12,00
10.30	12,00	12,00	12,00	36,00	12,00
11.00	12,00	12,00	12,00	36,00	12,00
11.30	12,10	12,10	12,20	36,40	12,13
12.00	12,10	12,10	12,20	36,40	12,13
12.30	12,10	12,10	12,20	36,40	12,13
13.00	12,00	12,00	12,20	36,20	12,07
13.30	12,00	12,00	12,00	36,00	12,00
14.00	12,00	12,00	12,00	36,00	12,00

Hasil perhitungan rata-rata pengukuran sebagaimana tabel 7. sampai dengan 12. maka akan diperjelas sebagaimana grafik pada gambar 4, sampai dengan gambar 8.



Gambar 4. Rata-Rata Tegangan PV menggunakan *PWM* dan *MPPT* (Beban>200W)

Penjelasan dari gambar 4. bahwa pada daya > 200 W, maka sensing *MPPT* menunjukkan tegangan yang lebih stabil dari pada jika menggunakan *PWM*.

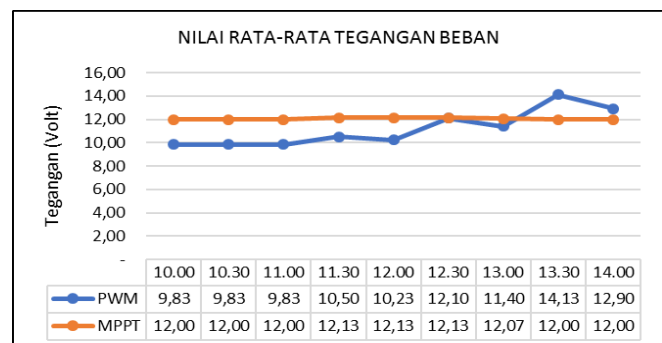


Gambar 5. Rata-Rata Tegangan Baterai menggunakan PWM dan MPPT (Beban > 200W)

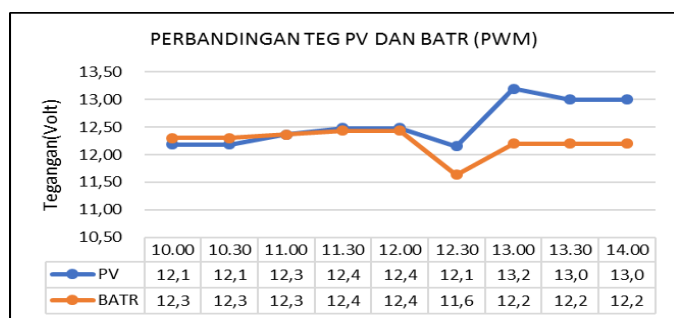
Pada gambar 5 tersebut tegangan baterai yang disuplai oleh PV dengan menggunakan PWM mempunyai arus pengisian yang tidak stabil dari pada jika menggunakan MPPT.

Pada gambar 6 dapat dilihat bahwa rata-rata tegangan ke arah beban mengalami ketidak stabilan tegangan jika menggunakan PWM masih mengalami gerakan naik turun. Jika menggunakan MPPT terlihat tegangan ke arah beban lebih stabil.

Sedangkan pada gambar 7 dan 8 menunjukkan bagaimana pengaruh Controller terhadap tegangan PV dan Baterai jika dipergunakan PWM dan MPPT.

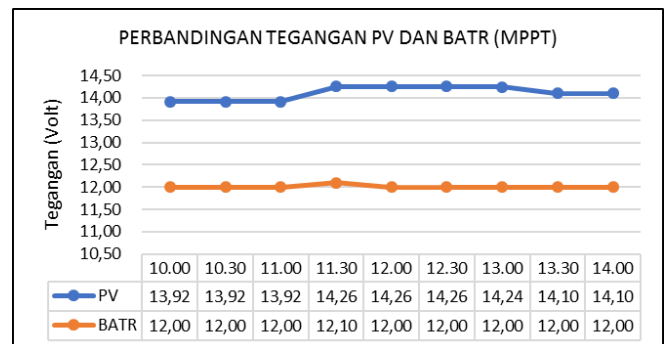


Gambar 6. Rata-Rata Tegangan Beban menggunakan PWM dan MPPT (Beban > 200W)



Gambar 7. Perbandingan Tegangan PV dan Baterai Menggunakan PWM (Beban > 200W)

Pada gambar 7 tampak perbandingan tegangan PV dan tegangan baterai dengan menggunakan PWM dengan beban diatas 200W. Pada grafik nampak yang penggunaan PWM cenderung berada pada kondisi tidak stabil. Lebih tidak stabil jika mempergunakan PWM pada daya dibawah 200W.



Gambar 8. Perbandingan Tegangan PV dan Baterai Menggunakan MPPT (Beban > 200W)

Pada gambar 8 dapat dilihat bahwa tegangan PV dan tegangan Baterai saat menggunakan MPPT nampak berada dalam kondisi stabil. Hal berbeda ketika MPPT dipergunakan pada daya dibawah 200W.

IV KESIMPULAN

Pada kondisi beban diatas 200 W, penggunaan controller MPPT mempunyai kestabilan tegangan lebih baik dengan rincian sebagai berikut:

1. Tegangan PV dapat ditangkap walau lebih tinggi dari tegangan Baterai.
2. Dapat bekerja dengan tegangan diatas tegangan baterai, sehingga dapat melakukan pengisian baterai dengan lebih cepat.
3. Untuk kapasitas daya diatas 200 W lebih ideal menggunakan MPPT.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Disampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Universitas Muhammadiyah Sidoarjo melalui DRPM yang telah membiayai pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] International Energy Agency, "World Energy Outlook 2015. Executive Summary," *Int. Energy Agency books online*, 2015.
- [2] B. P. dan P. T. I. Penelitian, *Outlook Energi Indonesia 2013*. 2013.
- [3] 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.
- [4] M. D. J. Pucar and A. R. Despic, "The enhancement of energy gain of solar collectors and photovoltaic panels by the reflection of solar beams," *Energy*, vol. 27, no. 3, pp. 205–223, 2002.
- [5] 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.
- [6] California Energy Commission, "A guide to photovoltaic system design and installation," *Calif. Energy Comm.*, no. June, p. 39, 2001.
- [7] S. Younes, R. Claywell, and T. Muneer, "Quality control of solar radiation data: Present status and proposed new approaches," in *Energy*, 2005, vol. 30, no. 9 SPEC. ISS., pp. 1533–1549.
- [8] M. Bortolini, M. Gamberi, and A. Graziani, "Technical and economic design of photovoltaic and battery energy storage system," *Energy Convers. Manag.*, vol. 86, pp. 81–92, 2014.
- [9] Z. Salam, K. Ishaque, and H. Taheri, "An improved two-diode photovoltaic (PV) model for PV system," in *2010 Joint International Conference on Power Electronics, Drives and Energy Systems, PEDES 2010 and 2010 Power India*, 2010.
- [10] E. I. Batzelis, G. E. Kampitsis, S. A. Papathanassiou, and S. N. Manias, "Direct MPP Calculation in Terms of the Single-Diode PV Model Parameters," *IEEE Trans. Energy Convers.*, 2015.
- [11] T. Sudhakar Babu, N. Rajasekar, and K. Sangeetha, "Modified Particle Swarm Optimization technique based Maximum Power Point Tracking for uniform and under partial shading condition," *Appl. Soft Comput. J.*, 2015.
- [12] E. Dallago, A. Liberale, D. Miotti, and G. Venchi, "Direct MPPT Algorithm for PV Sources with only Voltage Measurements," *IEEE Trans. Power Electron.*, 2015.
- [13] A. Sholih *et al.*, "Rancang Bangun Pengaman Panel Distribusi Tenaga Listrik Di Lippo Plaza Sidoarjo Dari Kebakaran Berbasis Arduino Nano," *J. ilmu-ilmu Tek. elektro dan rekayasa*, 2017.
- [14] 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.*, vol. 14, no. 1, pp. 464–478, 2019.
- [15] T. Eswar and P. L. Chapman, "Comparison of Photovoltaic Array Maximum Power Point Tracking Techniques," *IEEE Trans. Energy Convers.*, 2007.