TUGAS AKHIR ANALISIS PADA SOLAR CELL 900 WP TERHADAP EFEK PARTIAL SHADING MENGGUNAKAN KARDUS



Disusun Oleh : <u>GALLYH PURNAMA O.</u> NIM : 18.141.110.10

BIDANG STUDI SISTEM TENAGA PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BHAYANGKARA SURABAYA 2023

LEMBAR PERSETUJUAN

ANALISIS PADA SOLAR CELL 900 WP TERHADAP EFEK PARTIAL SHADING MENGGUNAKAN KARDUS Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana (S1) Teknik Elektro Universitas Bhayangkara Surabaya

> Disusun oleh : GALLYH PURNAMA O. 1814111010

Diperiksa dan disetujui oleh Pembimbing I

<u>Dr. Amirullah, ST., MT.</u> NIDN: 0020057701

Mengetahui, Ketua Program Studi Teknik Elektro

> Richa Watiasih, ST., MT. NIDN: 0714047601

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS PADA SOLAR CELL 900 WP TERHADAP EFEK PARTIAL SHADING MENGGUNAKAN KARDUS FULL BLACK

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana (S1) Teknik Elektro Universitas Bhayangkara Surabaya

Disusun oleh:

GALLYH PURNAMA O. 1814111010

Tanggal Ujian : 6 Juli 2023 Periode Wisuda :

Dosen Pembimbing Pembimbing I

Dr. Amirullah, ST., MT. NIDN: 0020057701

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir

Penguji II Penguji III Penguji III

 Prof. Dr. Ir. Saidah, M.T.
 Dr. Bambang Purwahyudi, S.T.,M.T.
 Agus Kiswantono, S.T,M.T.

 NIDN: 0712066101
 NIDN: 0025057001
 NIDN: 0715087101

Mengetahui, Menyetujui,

Dekan Fakultas Teknik Ketua Program Studi Teknik Elektro

Dr. Mohammad Ghozi, ST, MT

NIDN, 0028127003

Richa Watiasih, ST., MT.

NIDN, 0714047601

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : GALLYH PURNAMA O. Tempat, Tanggal Lahir : Surabaya, 24 Oktober 2000

NIM : 1814111010

Fakultas / Program Studi : Teknik/Teknik Elektro

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul "ANALISIS PADA SOLAR CELL 900 WP TERHADAP EFEK PARTIAL SHADING MENGGUNAKAN KARDUS FULL BLACK" beserta seluruh isinya adalah karya saya sendiri dan bukan merupakan karya tulis orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dalam bentuk kutipan yang telah disebutkan sumbernya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarbenarnya. Apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya ini, atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini maka saya siap menanggung segala bentuk resiko/sanksi yang berlaku.

Surabaya, Juni 2023 Yang Membuat Pernyataan

GALLYH PURNAMA O.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur atas kehadirat Allah SWT atas segala limpah rahmat dan karunia-Nya. Sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini. Tugas Akhir ini berjudul "ANALISIS PADA SOLAR CELL 900 WP TERHADAP EFEK PARTIAL SHADING MENGGUNAKAN KARDUS FULL BLACK" yang diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Teknik Elektro Universitas Bhayangkara Surabaya. Tugas Akhir ini tidak akan selesai tanpa adanya bantuan dari banyak pihak, karena itu penulis menyampaikan terima kasih yang sebesarbesarnya kepada:

- Bapak Drs. Anton Setiadji, SH.,MH selaku Rektor Universitas Bhayangkara Surabaya
- Bapak Ismail S.Sos, M.Si selaku Wakil Rektor III Universitas Bhayangkara Surabaya serta selaku Dosen Administrasi Publik
- 3. Bapak Dr. Mohammad Ghozi, S.T., M.T. Dekan Fakultas Teknik Universitas Bhayangkara Surabaya
- 4. Ibu Richa Watiasih, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Bhayangkara Surabaya
- 5. Bapak Dr. Amirullah, ST., MT. Selaku Dosen Pembimbing I yang telah sabar memberikan bimbingan dan petujuk dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
- 6. Seluruh Dosen mata kuliah di Prodi Teknik Elektro ini yang sudah membimbing saya selama kuliah dan mengantarkan hingga saat ini.
- 7. Kedua orang tua saya yang sudah mendoakan saya dan memberi dukungan tiada henti saat ini.
- 8. Seluruh anggota keluarga saya yang selalu mendukung dan mendoakan saya.

Semoga Allah SWT membalas jerih payah dan pengorbanan yang telah diberikan dengan balasan yang lebih baik. Penulis berharap semoga karya tulis ilmiah ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

ABSTRAK

Pada penelitian ini yang mana untuk dapat mengukur panel surya 900 Wp pada partial shading menggunakan media kardus dengan interval pada iradiasi matahari yang sangat dibutuhkan dalam pengukuran panel surya dan juga pengukuran partial shading serta mengetahui cara pengambilan data secara realtime dalam bentuk analog saat pengukuran panel surya 900 Wp. Penelitian ini juga bertujuan untuk Membuat sistem monitoring panel surva 900 Wp terhadap efek partial shading dengan media kardus serta mengimplementasi pada media kardus sehingga mendapatkan hasil dari tegangan partial saat berlangsung. Dalam penelitian ini perlunya melakukan Studi Literatur dengan mengumpulkan informasi terkait topik yang diambil dalam penelitian ini. Mempelajari teori dasar tentang monitoring dan kontroling panel surya 900 Wp pada partial shading dengan media kardus dan Pengujian Analisa Alat. Melakukan pengkajian sistem monitoring panel surva 900 Wp pada partial shading dengan media kardus untuk menentukan parameter analog dan angka saat pengukuran menggunakan avometer. Maka dari itu dapat disimpulkan pada penelitian ini untuk dapat mengevaluasi tahap akhir sinkronisasi pada program dan hasil pengujian memonitoring panel surya 900 Wp pada partial shading dengan media kardus. Hal ini juga merupakan kebutuhan listrik yang melalui energi matahari sesuai dengan apa yang dibutuhkan di home industri produksi batik tulis di Tanjung Bumi di desa Peseseh, Bangkalan-Madura.

Kata Kunci : Batik Tulis Madura, Partial shading, Tanjung Bumi, Kardus

ABSTRACT

In this study, to be able to measure 900 Wp solar panels in partial shading using cardboard media with intervals on solar irradiation which is very much needed in measuring solar panels and also measuring partial shading and knowing how to retrieve data in real time in analog form when measuring 900 solar panels Wp. This research also aims to create a 900 Wp solar panel monitoring system for the partial shading effect with cardboard media and implement it on cardboard media so that you get results from partial voltages when it takes place. In this research it is necessary to conduct a Literature Study by gathering information related to the topics taken in this study. Learn basic theory about monitoring and controlling 900 Wp solar panels on partial shading with cardboard media and Tool Analysis Testing. Conducting an assessment of the 900 Wp solar panel monitoring system on partial shading with cardboard media to determine analog parameters and numbers when measuring using an avometer. Therefore it can be concluded in this study to be able to evaluate the final stage of synchronization in the program and the results of monitoring testing of 900 Wp solar panels on partial shading with cardboard media. This is also the need for electricity through solar energy in accordance with what is needed in the home industry for the production of hand-drawn batik in Tanjung Bumi in the village of Peseseh, Bangkalan-Madura.

Keyword: Handmade Batik Madura, Partial shading, Tanjung Bumi, Cardboard

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul:

"ANALISIS PADA SOLAR CELL 900 WP TERHADAP EFEK PARTIAL SHADING MENGGUNAKAN KARDUS"

Di dalam tulisan ini disajikan pokok-pokok bahasan yang meliputi pendahuluan, dasar teori, perancangan dan pembuatan alat, pengujian dan pembahasan serta kesimpulan dan saran.

Peneliti menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan dan keterbatasan, oleh karena itu peneliti mengharapkan saran yang membangun agar tulisan ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan kedepan.

Surabaya, Juni 2023

Penulis

DAFTAR ISI

| LEMBAR PERSETUJUAN | . 111 |
|---|-------|
| LEMBAR PENGESAHAN | |
| LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN | . vii |
| UCAPAN TERIMA KASIH | . ix |
| ABSTRAK | . xi |
| ABSTACT | xiii |
| KATA PENGANTAR | . xv |
| DAFTAR ISI | |
| DAFTAR GAMBAR | xix |
| DAFTAR TABEL | |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| 1.1. Latar belakang | 3 |
| 1.2. Rumusan Masalah | |
| 1.3. Batasan Masalah | |
| 1.4. Tujuan Penelitian | |
| 1.5. Manfaat Penelitian | |
| 1.6. Sistematika Penulisan | |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1. Solar Cell Pada Panel Terhadap Partial Shading | |
| 2.2. Panel Surya | |
| 2.3. Dasar Solar Cell | |
| 2.4. Partial Shading | |
| 2.4.1. Kurva Karakteristik Fotovoltaik Dalam Keadaan Partia | |
| Shading Condition (PSC) | |
| 2.5. Solar Charge Controller | |
| 2.6. Baterai Pada Panel Surya | |
| 2.7. Inverter | |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN | |
| 3.1. Analisa Pada Panel Surya 900 WP Terhadap Efek Partial | |
| Shading di Desa Peseseh | |
| 3.2. Block Diagram Sistem Hybrid Pada Solar Cell dan sumb | |
| PLN Terhadap Efek Partial Shading | 38 |
| 3.3. Flowchart Sistem Monitoring Panel Surya Secara Real | 40 |
| Time | |
| 3.4. Menghubungkan Solar Cell Ke Solar Charge Controller | |
| 3.5. Menghubungkan Panel Surva Ke Inverter | 42 |

| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN45 |
|---|
| 4.1. Hasil Analisa Panel Surya Terhadap Efek Partial Shading. |
| 45 |
| 4.2. Hasil Analisa Perhitungan Pada Hari Pertama |
| Menggunakan Half off grid Media Kardus Full Black46 |
| 4.3. Hasil Analisa Perhitungan Pada Hari Kedua Menggunakan |
| Full on grid Media Kardus Full Black48 |
| 4.4. Hasil Analisa Perhitungan Pada Hari Ketiga Menggunakan |
| Full off grid Media Kardus Full Black |
| 4.5. Hasil Analisa Perhitungan Pada Hari Keempat |
| Menggunakan Half on grid Kardus Full Black51 |
| 4.6. Analisa Perbandingan Data53 |
| BAB V PENUTUP67 |
| 5.1. Kesimpulan |
| 5.2. Saran |
| DAFTAR PUSTAKA69 |
| PROFIL PENULIS73 |

DAFTAR GAMBAR

| Gambar 2.1. | Kontruksi dari panel surya | 8 |
|----------------|---|-----|
| Gambar 2.2. | Rangkaian Ekivalen ideal panel surya | 8 |
| Gambar 2.3. | Klasifikasi dari panel surya | |
| Gambar 2.4. | Rangkaian Ekivalen pada panel surya dengan | |
| | beban | 9 |
| Gambar 2.5. | Modul Surya Biasanya terdiri dari 28-36 Sel | |
| | Surya | 13 |
| Gambar 2.6. | Struktur Dasar Dan Simbol Sel Surya | |
| Gambar 2.7. | Unction Semi Konduktor Tipe-P dan Tipe-n | |
| Gambar 2.8. | Ilustrasi cara kerja panel surya dengan prinsip p | |
| | Junction | |
| Gambar, 2.9. | Efisiensi Solar Panel Terhadap Efek Partial | , |
| Guillour. 2.7. | Shading | 17 |
| Gambar 2.10. | Kurva Karakteristik (a) Kurva I-V (b) Kurva P- | |
| Guilloui 2.10. | pada PSC | |
| Gambar 2.11. | Kurva Karakteristik (a) Kurva I-V (b) Kurva P- | |
| Guinoui 2.11. | pada nilai Radiasi dan suhu tertentu | |
| Gambar 2.12. | Solar Charge Controller | |
| Gambar 2.13. | Baterai Panel Surya | |
| Gambar 2.14. | Inverter | |
| Gambar 3.1. | Canting Batik tulis Tanjung bumi | |
| Gambar 3.2. | Power Supply | |
| Gambar 3.3. | Kondisi Panel Surya | |
| Gambar 3.4. | Baterai | |
| Gambar 3.5. | Skema Block Diagram | |
| Gambar 3.6. | Flowchart Panel Surya 900 Wp pada sistem hyl | |
| Gainbar 5.0. | terhadap efek partial shading | |
| Gambar 3.7. | Rangkaian Seri Panel Surya ke inverter | |
| Gambar 4.1. | Indikator Inverter Panel Surya | |
| Gambar 4.1. | Analisa Hari Pertama pengukuran dan | 73 |
| Gainbai 4.2. | perhitungan | 17 |
| Gambar 4.3. | Analisa Hari Kedua pengukuran dan | 🕶 / |
| Gainbai 4.5. | perhitungan | 40 |
| Gambar 4.4. | | 49 |
| Gailloar 4.4. | Analisa Hari Ketiga pengukuran dan | 51 |
| Gambar 4.5. | perhitungan | 51 |
| Gailloar 4.3. | Analisa Hari Keempat pengukuran dan | 52 |
| | nerminnoan | 7/ |

| Gambar 4.6. | Perbandingan V out | 53 |
|--------------|---|------|
| Gambar 4.7. | Perbandingan I out | 54 |
| Gambar 4.8. | Perbandingan P out | 55 |
| Gambar 4.9. | Tegangan Hari Pertama | |
| Gambar 4.10. | Tegangan Hari Kedua | 58 |
| Gambar 4.11. | Tegangan Hari Ketiga | 59 |
| Gambar 4.12. | Tegangan Hari Keempat | 59 |
| Gambar 4.13. | Arus Hari Pertama | 60 |
| Gambar 4.14. | Arus Hari Kedua | 60 |
| Gambar 4.15. | Arus Hari Ketiga | 61 |
| Gambar 4.16. | Arus Hari Keempat | 61 |
| Gambar 4.17. | Daya Hari Pertama | 62 |
| Gambar 4.18. | Daya Hari Kedua | 62 |
| Gambar 4.19. | Daya Hari Ketiga | 63 |
| Gambar 4.20. | Daya Hari Keempat | 63 |
| Gambar 4.21. | Panel Surya 900 Wp Terhadap Efek Partial Shad | ling |
| | Media Kardus Setengah | 64 |
| Gambar 4.22. | Panel Surya 900 Wp Terhadap Efek Partial Shad | ling |
| | Media Kardus Full | 64 |
| Gambar 4.23. | Pengukuran Tegangan menggunakan Avometer. | 65 |
| Gambar 4.24. | Indikator pada inverter | 65 |
| Gambar 4.25. | Permodelan | 66 |
| Gambar 4.26. | Grafik Permodelan | 66 |
| | | |

DAFTAR TABEL

| Tabel 3.1. | Datasheet Solar Cell 150 Wp | 34 |
|------------|---|----|
| Tabel 4.1. | Uji Penelitian Pada Half off grid Partial Shading | 46 |
| Tabel 4.2. | Uji Penelitian Pada full on grid Partial Shading | 48 |
| Tabel 4.3. | Uji Penelitian Full off grid Efek Partial Shading | 50 |
| Tabel 4.4. | Uji Penelitian Half on grid Partial Shading | 51 |
| Tabel 4.5. | Data Normal Hari Pertama | 56 |
| Tabel 4.6. | Data Normal Hari Kedua | 56 |
| Tabel 4.7. | Data Normal Hari Ketiga | 56 |
| Tabel 4.8. | Data Normal Hari Keempat | |

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Meningkatnya permintaan energi global adalah salah satu tantangan terbesar yang dialami oleh masyarakat modern saat ini. Untuk memenuhi permintaan ini, hampir 80% dari konsumsi energi, berasal dari bahan bakar fosil (bensin, batu bara dn gas alam). Namun, sumber energi ini tidak terbarukan. Aspek yang paling berbahaya terkait penggunaannya adalah pembakarannya menghasilkan polusi udara dan berkontribusi terhadap peningkatan suhu global.

terbarukan digunakan sebagai mode pembangkit tenaga listrik. Diantara pilihan energi terbarukan, energi surva semakin hari semakin popular untuk sifatnya yang banyak tersedia dan tidak ada habis – habisnya. Peningkatan penggunaan energi listrik terus meningkat dengan berkembangnya teknologi dan juga peningkatan pendapatan penduduk. Sumber daya energi listrik sebagian besar berasal dari pembangkit fosil yaitu dengan minyak bumi dan batubara. Peningkatan pendapatan penduduk daerah dengan penggunaan energi tak terbarukan dapat menciptakan permasalahan lingkungan yang sangat berbahaya yaitu dengan peningkatan emisi karbon. Permasalahan tersebut ialah pemanasan global, efek rumah kaca, perubahan iklim secara ekstrim, penipisan lapisan ozon, dan hujan asam. Penyebab bahan bakar fosil menjadi penyebab fenomena alam tersebut ialah bahan bakar fosil menghasilkan gas rumah kaca berupa karbon dioxida (CO2) dan metana (CH4). Dampak fenomena tersebut dapat dihindari dengan dua alternatif yaitu meningkatkan kualitas dan efisiensi dari bahan bakar fosil atau menggantikan konsumsi fosil dengan energi yang ramah lingkungan, bersih dan terbarukan. Melihat dari semua sumber energi, energi surya berada pada pilihan pertama dikarenakan kuantitasnya dan pemerataannya dalam alam lebih baik. Instalasi, biaya investasi awal, dan biaya perawatan pada pembangunan panel surya lebih murah dibandingkan dengan energi terbarukan lainnya seperti angin, geotermal, dan tekanan air.

Panel surya merupakan implementasi dari efek fotovoltaik yang mengkonversi radiasi matahari menjadi energi listrik. Panel surya adalah suatu peralatan modul yang didalamnya terdapat peralatan tambahan lainnya. Sel surya menghasilkan tegangan output yang berubah — ubah sesuai dengan intensitas cahaya yang jatuh ke permukaannya. Panel surya menjadi salah satu energi bersih yang menjanjikan namun kinerja panel surya bergantung pada tingkat iradiasi yang berbeda yang dinamakan partial shading.

Partial shading menyebabkan penurunan efisiensi daya keluaran PV dan dapat menimbulkan kerusakan pada PV. Untuk mencegah kerusakan terdapat dioda bypass yang dapat menyebabkan kurva karakteristik daya – tegangan memiliki puncak lebih dari satu. Puncak daya yang lebih rendah dinamakan local maximum power point (LMPP) dan puncak daya yang lebih tinggi dinamakan global maximum power point (GMPP). Efek shading pada panel surya dan pengaruhnya terhadap output daya. Daya yang dihasilkan oleh pembangkit tenaga surya yang terhubung ke jaringan besar sangat bergantung pada radiasi matahari. Permasalahan partial shading secara umum diakibatkan oleh adanya bayangan pohon dan gedung yang menutupi permukaan array panel surya.

Tertutupnya sebagian permukaan panel surya ini mengakibatkan penurunan daya keluaran yang cukup berarti. Semakin banyak area yang terhalang (partial shading) dari paparan matahari langsung maka daya keluaran panel surya semakin berkurang. Beberapa penelitian mengungkapkan bahwa ketika intensitas partial shading semakin tinggi dan mencapai titik kritis tertentu, daya keluaran panel surya akan konstan, faktor dari penyebab partial shading biasanya disebabkan oleh awan, penghalang lingkungan seperti pepohonan atau di dekat bangunan, peneduh sendiri antara panel dalam baris paralel, kotoran, debu, dan berbeda dengan tetesan burung yang mirip sampah dan lain — lain. Efek peneduh ini juga statis sebagai akibat dari posisi penghalang atau dalam beberapa kasus dinamis, misalnya bayangan awan bergerak.

Pembangkit listrik tenaga surya sangat bergantung terhadap iradiasi matahari yang diterima oleh sel surya. Iradiasi tersebut dapat mempengaruhi nilai daya keluaran yang dihasilkan dari sel surya. Matahari dapat memancarkan energi dalam bentuk radiasi elektromagnetik. Radiasi tersebut dapat mengalami perubahan nilai

berdasarkan jenis pancaran. Jenis pancaran tersebut dibedakan menjadi dua macam yaitu dirrect dan diffuse. Direct radiation merupakan radiasi matahari yng datang secara langsung diterima oleh bumi tanpa penyebaran pada permukaan atmosfer. Diffuse radiation merupakan jenis radiasi matahari yang melalui proses penyebaran pada atmosfer. Penyebaran tersebut menyebabkan nilai iradiasi yang sampai ke bumi menjadi berkurang. Pada pagi hari dan sore hari posisi matahari berubah dengan memiliki sudut deklinasi. Sudut tersebut menyebabkan nilai iradiasi matahari yang diterima oleh permukaan bumi menjadi berkurang. Nilai iradiasi matahari dengan interval $800 - 1000 \text{ W/m}^2$ dapat diterima oleh permukaan bumi pada waktu 09.00 dan 14.00. Nilai iradiasi dengan interval 600 – 800 W/m² terdapat pada waktu 08.00 dan 15.00. Nilai iradiasi antara 400 – 600 W/m² terletak pada waktu 07.00 dan 16.00, panel surva yang diletakkan secara station tentunya akan mengalami bayangan sebagian pada panel surya atau partial shading. Partial shading dapat dihindari agar arus tetap berjalan pada panel surya dengan menambahkan bypass diode. Bypass tersebut berfungsi untuk mencegah terjadinya arus balik yang terjadi pada sel surya yang mengalami *partial shading*. Pengaruh *bypass* yang digunakan dengan menonaktifkan seluruh cell yang terhubung dengan bypass. Penelitian ini dilakukan untuk melihat pengaruh dari partial shading kardus full black pada panel surya.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dari latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan, antara lain sebagai berikut :

- 1. Bagaimana cara mengukur panel surya 900 Wp pada partial shading media kardus ?
- 2. Bagaimana cara untuk menguji efisiensi dari panel surya yang ada di Desa Peseseh, Tanjung Bumi ?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah meneliti sistem solar cell 900 Wp pada partial shading dengan media kardus, dalam menentukan tujuan dari penelitian, telah disimpulkan sebagai berikut:

1. Merancang sistem monitoring panel surya 900 Wp terhadap efek partial shading dengan media kardus.

2. Implementasi pada media kardus sehingga adanya hasil dari tegangan partial saat berlangsung.

1.4. Batasan Masalah

Batasan Masalah ini memiliki tujuan sebagai membatasi dalam memonitoring panel surya 900 Wp pada partial shading dengan media kardus, dalam menentukan batasan dari penelitian, telah disimpulkan sebagai berikut:

- Pada sistem ini menggunakan 6 buah panel surya 150 Wp dirangkai seri.
- 2. Prototipe ini menggunakan Inverter Off/On Grid, 4 buah baterai sebagai storage daya pada malam hari ketika industri sedang berlangsung.
- 3. Pada sistem ini hanya memonitoring kinerja panel surya pada partial shading menggunakan media kardus.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini memiliki tujuan sebagai memonitoring panel surya 900 Wp pada partial shading dengan media kardus memberikan manfaat kepada penikmat tugas akhir dalam, Manfaat dari penelitian ini, telah disimpulkan sebagai berikut:

- Memudahkan para mahasiswa/i untuk mengontrol pada kinerja panel surya menggunakan avometer yang diukur secara realtime manual.
- 2. Mempercepat proses pemantauan parameter kinerja panel surya dalam bentuk analog dan angka.
- 3. Meminimalisir kerusakan pada perangkat.

1.6. Sistematika Penulisan

Sitematika Penulisan Tugas Akhir Ini terdiri dari lima bab, yang setiap bab-nya diberikan penjelasan secara rinci, adapun sistematika penulisan dari Tugas Akhir ini sebagai Berikut:

BAB 1: PENDAHULUAN

Menjelaskan mengenai latar belakang permasalahan,tujuan manfaat, metodologi penelitian, objek,dan lokasi penelitian.

BAB 2 : LANDASAN TEORI

Menjelaskan mengenai teori - teori dasar yang menunjang perancangan system pada prototipe.

BAB 3 : METODOLOGI

Menjelaskan dan pengujian Alat pada sistem monitoring panel surya 900 Wp pada partial shading dengan media kardus.

BAB 4 : HASIL DAN PEMBAHASAN

Melakukan pembahasan sistem monitoring panel surya 900 Wp pada partial shading dengan media kardus

BAB 5 : PENUTUP

Berisi kesimpulan dan saran dari keseluruhan pengerjaan tugas akhir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

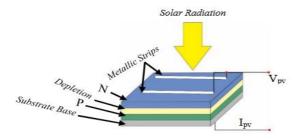
2.1. Solar Cell Pada Panel Terhadap Efek Partial Shading

Pertumbuhan pembangkit listrik tenaga surya mengalami perkembangan yang sangat pesat. Perkembangan tersebut bertujuan untuk mengurangi ketergantungan terhadap pembangkit listrik berbahan bakar fosil. Pembangkit listrik tenaga surya yang ada di indonesia. Saat ini hanya digunakan sebagai penerangan jalan umum dan rumah tangga. Pembangkit listrik tenaga surya sangat bergantung terhadap radiasi matahari yang diterima oleh sel surya. Radiasi tersebut dapat mempengaruhi nilai daya keluaran yang dihasilkan dari panel surva. Selain itu, terdapat beberapa pertimbangan yang mempengaruhi nilai dava keluaran dari sel surva salah satunya vaitu partial shading. Partial shading merupakan kondisi tertutupnya beberapa bagian cell dari panel surya. Pada kondisi ini, panel surya mengalami penurunan nilai daya keluaran yang bergantung dari besar partial shading. Besar partial shading dapat menyebabkan nilai daya yang dihasilkan oleh panel surya berada dibawah rating. Daya yang dihasilkan oleh panel surva rendah menyebabkan efisiensi menjadi kecil. Penerapan partial shading sebagian besar menggunakan bantuan software simulasi. Partial shading tersebut dilakukan dengan cara menurunkan nilai parameter masukan yaitu radiasi matahari dan temperatur lingkungan. Berdasarkan penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya terdapat permasalahan mengenai pengambilan data partial shading panel surya, dimana pengambilan data dilakukan simulasi. Namun pada penelitian tugas akhir menggunakan data aktual sehingga perlu adanya implementasi dan analisis pengaruh partial shading terhadap daya keluaran panel surya di Desa Peseseh kecamatan Tanjung Bumi. Dari permasalahan tersebut dapat diangkat beberapa tujuan penelitian yaitu mengetahui nilai dava keluaran pada kondisi normal, mengetahui nilai dava keluaran pada kondisi partial shading, mengetahui pengaruh partial shading terhadap daya keluaran yang dihasilkan dan mendapatkan efisiensi maksimum dalam keadaan normal dan partial shading.

2.2 Panel Surya

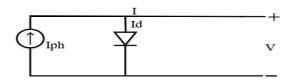
Panel surya merupakan suatu komponen semikonduktor yang berfungsi mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik.

Pengubahan energi tersebut dilakukan dengan cara melepaskan elektron pada saat menerima ragsangan dari sinar matahari. Bahan semikonduktor yang digunakan pada panel surya untuk mengkonversi energi tersebut berupa *silicon*. Bahan positif (P) , seperti persamaan gambar 2.1. sebagai berikut.



Gambar 2.1. Kontruksi Dari Panel Surya

Panel surya memiliki sebuah rangkaian ekivalen yang ideal berfungsi sebagai untuk mendapatkan kurva karakteristik I-V. Rangkaian tersebut terdiri dari 1 buah *diode* dan 1 buah sumber arus sehingga dapat dilihat persamaan gambar 2.2. sebagai berikut.



Gambar 2.2. Rangkaian Ekivalen Ideal Panel Surya

Dilihat pada gambar 2.2., maka dapat diperoleh sebuah persamaan arus dan tegangan dari panel surya seperti pada persamaan 1 dan 2. Efisiensi dari solar panel terhadap efek partial shading.

$$I = I_{ph} - I_{d} \left(e^{\frac{qV}{k_{B}T}} - 1 \right)$$
 (2.1)

$$V = \frac{k_B T}{q} \ln \left(1 + \frac{I_{ph}}{I_d} \right) \tag{2.2}$$

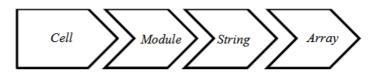
$$P_{IN} = Radiance A$$
 (2.3)

Keterangan:

| I_{ph} | = Arus dihasilkan dari cahaya matahari | (A) |
|------------------|---|--------------|
| I_d | = Arus yang mengalir pada diode | (A) |
| I | = Arus solar cell | (A) |
| V | = Tegangan yang dihasilkan oleh <i>solar cell</i> | (V) |
| K_{B} | = Ketetapan Boltzman | $(J.K^{-1})$ |
| T | = Temperatur actual | (°C) |
| q | = Muatan Elektron | (Coulomb) |
| P_{in} | = Daya masukan | (W) |
| Radianc | e = Radiasi matahari | (W/m^2) |
| A | = Luas dari panel surya | (m^2) |

1. Klasifikasi Panel Surya

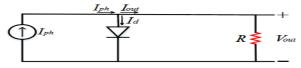
Secara umum panel surya dapat diklasifikasikan menjadi beberapa bagian yaitu berdasarkan jumlah cell yang ada. Pembagian tersebut meliputi *cell*, *module*, *string*, dan *array*, seperti yang diperlihatkan pada gambar 2.3. Gambar tesebut menunjukkan bahwa urutan bagian terkecil hingga terbesar. Urutan paling kecil terdapat pada cell dan paling besar terdapat pada *array*.



Gambar 2.3. Klasifikasi Dari Panel Surya

2. Pemodelan Matematika dari Panel Surya

Persamaan matematika pada panel surya dapat diperoleh dengan menggunakan rangkaian ekivalen secara ideal. Rangkaian ekivalen ideal dari panel surya ditunjukkan pada gambar 2.2. dan berikut adalah gambar 2.4. dari rangkaian ekivalen dengan memiliki beban.



Gambar 2.4. Rangkaian Ekivalen Pada Panel Surya Dengan Beban

Dilihat berdasarkan gambar 2.4. maka didapatkan persamaan arus keluaran dan tegangan keluaran dari panel surya. Persamaan tersebut diperoleh dengan menggunakan prinsip *khirchoff current law* sehingga dapat dituliskan pada pesamaan 4 dan 5.

$$I_{\text{out}} = I_{\text{ph}} - I_{\text{s}} \left(e^{\frac{qxV d}{kxT}} - 1 \right)$$
(2.4)

$$V_{\text{out}} = \frac{k \times T}{q} \ln \left(\frac{I_{\text{ph}}}{I_{\text{s}}} + 1 \right)$$
 (2.5)

Jika komponen pada panel surya disubtitusikan kedalam persamaan 6, maka dapat menghasilkan persamaan sebagai berikut.

$$P_{PV(out)} = P_{STC} \times \frac{G_C}{G_{STC}} \times (1 + k(T_C - T_{STC}))$$
 (2.6)

Berdasarkan persamaan daya keluaran dan masukan dari panel surya tersebut, maka dapat dirumuskan efisiensi yang dihasilkan seperti persamaan 2.7.

$$n = P_{STC} \times \frac{P_{PV(out)}}{P_{IN}} \times 100 \%$$
 (2.7)

Panel surya yang digunakan terdiri dari 150 *cell*, maka pada saat terjadinya partial shading jumlah cell akan berkurang dari 150 *cell* menjadi 100 *cell*. Pengurangan jumlah cell tersebut maka, diperoleh persamaan tegangan *partial* pada persamaan 2.8 dan 2.9 sebagai berikut.

$$V_{\text{partial}} = 100 \text{ x V}_{\text{out}} \tag{2.8}$$

$$P_{\text{partial}} = V_{\text{partial}} \times I_{\text{out}} \times FF$$
 (2.9)

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan panel surya yang berkapasitas 150 WP. Panel surya tersebut terdiri dari 72 cell yang dihubungkan secara seri dan bypass diode yang dihubungkan secara parallel. Solar cell yang terhubung secara seri akan dihubungkan secara parallel dengan 1 buah bypass diode. Panel surya adalah sebuah alat yang terdiri dari sel surya yang terbuat dari bahan semikonduktor untuk mengubah energi surya menjadi energi listrik. Prinsip kerjanya didasari oleh pertemuan semikonduktor jenis P dan semikonduktor jenis N. Panel surya tersusun dari modul surya yang dirangkai secara seri maupun

paralel sesuai dengan kebutuhan daya listrik tertentu. Pemasangan panel surya pada suatu bangunan komersial atau pada bangunan perusahaan ditentukan oleh kebijakan mengenai penggunaan instalasi listrik yang memanfaatkan energi surya. Panel surya hanya menghasilkan arus listrik berjenis arus searah. Pemenuhan pencatu daya bagi pemakai energi listrik memerlukan konverter dari arus searah menjadi arus bolak – balik. Penyediaan ruang bagi panel surya merupakan salah satu pertimbangan penting bagi optimalisasi sistem tenaga listrik dengan energi dasar berupa energi surya.

Pembangkit listrik tenaga surya merupakan penerapan langsung dari kegiatan transformasi energi surya yang dilakukan oleh panel surya. Panel surya rata — rata memiliki usia pakai selama 30 tahun sebelum mengalami kerusakan. Kinerja dari panel surya dapat dikenali dengan cara sebagai berikut:

1. Iradiasi

Salah satu faktor yang menentukan kinerja dari panel surya ialah kondisi iradiasi dari sinar matahari. Kinerja panel surya ini diamati secara kelistrikan melalui dua jenis besaran listrik, yaitu arus listrik dan tegangan listrik. Modul surya akan menghasilkan arus listrik dengan jumlah yang cenderung menurun secara proporsional ketika iradiasi mengalami penurunan. Kondisi ini menghasilkan tegangan tegangan listrik dengan variasi yang sangat kecil. Modul surya tidak mengalami pengaruh yang berarti dari iradiasi selama nilai iradiasi masih dalam batasan yang normal. Tingkat transformasi energi dari modul surya akan mempunyai nilai yang sama dalam kondisi tersebut. Faktor lain yang mempengaruhi kinerja dari panel surya ialah suhu modul surya. Nilai suhu modul surya berbanding terbalik dengan nilai tegangan listrik yang dihasilkan oleh modul surya. Sementara itu, nilai arus listrik yang dihasilkan tetap sama. Pada kondisi ini penurunan nilai tegangan listrik pada modul surya berarti penurunan nilai daya listrik yang dihasilkan oleh panel surya.

2. Desain

Kinerja dari panel surya juga dapat ditinjau dari desainnya. Lapisan permukaan panel surya harus dibuat lebih tebal dibandingkan dengan nilai optimumnya. Tujuannya untuk mengurangi resistansi yang melintang ini dapat mengurangi nilai efisiensi energi pada kumpulan sel surya.

Suhu Radiasi

Panel surya memerlukan kondisi dan persyaratan suhu radiasi tertentu agar dapat mempertahankan kegiatan produksinya. Kisaran suhu yang memungkinkan adalah antara 32° – 68° Fahrenheit. Nilai ini tidak tercapai pada kondisi matahari dalam keadaan sejajar dengan vektornya pada sumbu rotasi. Pada kondisi ini, suhu radiasi sangat panas dan dapat mencapai nilai 176° F. Pada permukaan bumi yang memiliki ketinggian yang lebih rendah dan meningkat akibat radiasi elektromagnetik dari bumi.

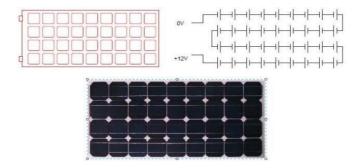
2.3 Dasar Solar Cell

Sel Surya atau Solar Cell adaiah suatu perangkat atau komponen yang dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip efek Photovoltaic. Yang dimaksud dengan Efek Photovoltaic adalah suatu fenomena dimana munculnya regangan listrik karena adanya hubungan atau kontak dua elektroda yang dihubungkan dengan sistem padatan atau cairan saat mendapatkan energi cahaya. Oleh karena itu, Sel Surya atau Solar Cell sering disebut juga dengan Sel Photovoltaic (PV). Efek Photovoltaic ini ditemukan oleh Henri Becquerel pada tahun 1839

Arus listrik timbul karena adanya energi foton cahaya matahari yang diterimanya berhasil membebaskan elektron-elektron dalam sambungan semikonduktor tipe N dan tipe P untuk mengalir. Sama seperti Dioda Foto (Photodiode), Sel Surya atau Solar Cell ini juga memiliki kaki Positif dan kaki Negatif yang terhubung ke rangkaian atau perangkat yang memerlukan sumber listrik.

Pada dasarnya, Sel Surya merupakan Dioda Foto (Photodiode) yang memiliki permukaan yang sangat besar. Permukaan Iuas Sel Surya tersebut menjadikan perangkat Sel Surya ini lebih sensitif terhadap cahaya yang masuk dan menghasilkan Tegangan dan Arus yang lebih kuat dari Dioda Foto pada umumnya. Contohnya, sebuah Sel Surya yang terbuat dari bahan semikonduktor silikon mampu menghasilkan tegangan setinggi 0,5V dan Arus setinggi 0,1A saat terkena (expose) cahaya matahari.

Sel surya dapar dianalogikan sebagai divas dengan dua terminal atau sambungan, dimana saat kondisi gelap atau tidal cukup cahaya berfungsi seperti dioda, dan saat disinari dengan cahaya matahari dapat menghasilkan tegangan seperti Gambar 2.1. Ketika disinari, umumnya satu sel surya komersial menghasilkan tegangan de sebesar 0,5 sampai 1 volt, dan arus short-circuit dalam skala milliampere per cm² Besar tegangan dan arus ini tidak cukup untuk berbagai aplikasi, sehingga umumnya sejumlah sel surya disusun secara seri membentuk modul surya. Satu modul surya biasanya terdiri dari 28-36 sel surya, dan total menghasilkan tegangan de sebesar 12 V dalam kondisi penyinaran standar. Modul surya tersebut bisa digabungkan secara paralel atau seri untuk memperbesar total tegangan dan arus outputnya sesuai dengan daya yang dibutuhkan untuk aplikasi tertentu. Gambar menunjukan ilustrasi dari modul surya.

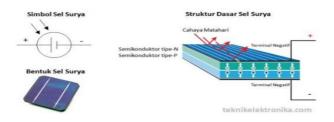


Gambar 2.4 Modul Surya Biasanya Terdiri Dari 28-36 Sel Surya

1. Struktur Sel Surya

Sesuai dengan perkembangan sains&teknologi, jenis-jenis teknologi sel surya pun berkembang dengan berbagai inovasi. Ada yang disebut sel surya generasi satu, dua, tiga dan empat, dengan struktur atau bagian-bagian penyusun sel yang berbeda pula (Jenis-jenis teknologi surya akan dibahas di tulisan "Sel Surya: Jenis-jenis teknologi") seperti diperlihatkan Gambar 2.2. Dalam tulisan ini akan dibahas struktur dan cara kerja dari sel surya yang umum berada dipasaran saat ini yaitu sel surya berbasis material silikon yang juga secara umum mencakup

struktur dan cara kerja sel surya generasi pertama (sel surya silikon) dan kedua (thin film/lapisan tipis).Berikut ini Gambar 2.2 dibawah ini.



Gambar 2.5 Struktur Dasar Dan Simbol Sel Surya

Gambar diatas menunjukan ilustrasi sel surya dan juga bagian bagiannya. Secara umum Terdiri dari :

• Substrat/Metal backing:

Substrat adalah material yang menopang seluru komponen sel surya. Material substrat juga harus mempunyai konduktifitas listrik yang baik karena juga perfungsi sebagai kontak terminal positif sel surya, sehinga 'umumnya digunakan material metal atau logam seperi aluminium atau molybdenum. Untuk sel surya dye-sensitized (DSSC) dan sel surya organik, substrat juga berfungsi sebagai tempt masuknya cahaya sehingga material yang digunakan yaitu material yang konduktif tapi juga transparan sepertii ndium tin oxide (ITO) dan flourine doped tin oxide (FTO).

Material semikonduktor

Material semikonduktor merupakan bagian inti dari sel surya yang biasanya mempunyai tebal sampai beberapa ratus mikrometer untuk sel surya generasi pertama (silikon), dan 1-3 mikrometer untuk sel surya lapisan tipis. Material semikonduktor inilah yang berfungsi menyerap cahaya dari sinar matahari. Untuk kasus Gambar 2.2, semikonduktor yang digunakan adalah material silikon, yang umum diaplikasikan di industri elektronik. Sedangkan untuk sel surya lapisan tipis, material semikonduktor yang umum digunakan dan telah masuk pasaran yaitu material Cu (In,Ga) (S,Se) (CIGS),contohnya

CaTe(kadmium telluride), dan amorphous silikon,disamping material-material semikonduktor potensial lain yang dalam sedang dalam penelitian intensif seperti Cu, Zn (S,Se), (CETS) dan Cu2O (copper oxide).

Bagian semikonduktor tersebut terdiri dari junctionatau gabungan dari dua material semikonduktor yaitu semikonduktor tipe-p (material-material yang disebutkan diatas)dan tipe-n (silikon tipe-n, CdS,dil) yang membentuk p-n junction. P-junction ini menjadi kunci dari prinsip kerja sel surya. Pengertian semikonduktor tipe - p, tipe - n, dan juga prinsip p - n junction dan sel surya akan dibahas dibagian "cara kerja sel surya".

Kontak metal / contact grid

Selain substrat sebagai kontak positif, diatas material semi konduktor biasanya dilapiskan sebagian material metal atau material konduktif transparan sebagai kontak negatif.

Lapisan antireflektif

Refleksi cahaya harus diminimalisir agar mengoptimalkan cahaya yang terserap oleh semikonduktor.Oleh karena itu biasanya sel surya dilapisi ole lapisan anti-refleksi,Material anti-refleksi ini adalah lapisan tipis material dengan bear indeks refraktif optik antara semikonduktor dan udara yang menyebabkan cahaya dibelokkan kearah semikonduktor sehingga meminimumkan cahaya yang dipantulkan kembali.

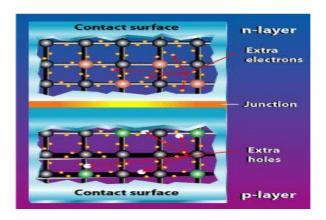
Enkapsulasi / cover glass

Bagian ini berfungsi sebagai enkapsulasi untut melindungi modul surya dari hujan atau kotoran.

2. Prinsip Kerja Solar Cell

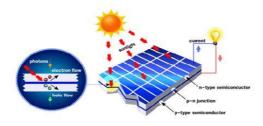
Sel surya konvensional bekerja menggunakan prinsip p - n junction, yaitu junction antara semikonduktor tipe - p dan tipe - n. Semikonduktor in terdiri dari ikatan-ikatan atom yang dimana terdapat elektron sebagai penyusun dasar. Semikonduktor tipe - n mempunyai kelebihan elektron (muatan negatif) sedangkan semikonduktor tipe - p mempunyai kelebihan hole (muatan positif) dalam struktur atomnya seperti diperlihatkan Gambar 2.3.

Kondisi kelebihan elektron dan hole tersebut bisa terjadi dengan mendoping material dengan atom dopant. Sebagai contoh untuk mendapatkan material silikon tipe-p, silikon didoping oleh atom boron, sedangkan untuk mendapatkan material silikon tipe-n, silikon didoping oleh atom fosfor.Ilustrasi dibawah menggambarkan junction semikonduktor tipe-p dan n.Berikut ini gambar 2.3 dibawah ini.



Gambar 2.6 Unction Semi Konduktor Tipe-P dan Tipe-n

Peran dari p - junction in adalah untuk membentuk medan listrik sehingga elektron (dan hole) bisa diekstrak oleh material kontak untuk menghasilkan listrik seperti Gambar 2.3 Ketika semikonduktor tipe - p dan tipe - n terkontak,maka kelebihan elektron akan bergerak dari semikonduktor tipe - n ke tipe - p sehingga membentuk kutub positif pada semikonduktor tipe-n, dan sebaliknya kutub negatif pada semikonduktor tipe - p.Akibat dari aliran elektron dan hole in maka terbentuk medan listrik yang mana ketika cahaya matahari mengenai susuna p-n junction in maka akan mendorong elektron bergerak dari kontak negatif, yang selanjutnya semikonduktor menuju dimanfaatkan sebagai listrik, dan sebaliknya hole bergerak menuju kontak positif menunggu elektron datang, seperti dilustrasikan pada Gambar 2.4 dibawah ini

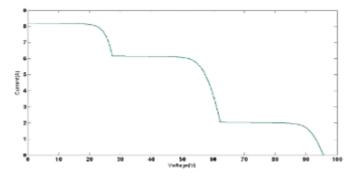


Gambar 2.7 Ilustrasi Cara Kerja Panel Surya Dengan [rinsip p-n Junction

2.4 Patial Shading

Efek shading panel surya dan pengaruhnya terhadap output daya. Daya yang dihasilkan oleh pembangkit tenaga suryayang terhubung ke jaringan besar sangat bergantung pada radiasi matahari. Permasalahan partial shading secara umum diakibatkan oleh adanya bayangan pohon dan gedung yang menutupi permukaan array <u>panel surya</u>.

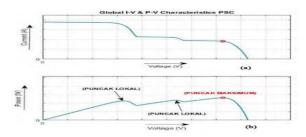
Tertutupnya sebagian permukaan panel surya ini mengakibatkan penurunan daya keluaran yang cukup berarti. Semakin banyak area yang terhalang (partial shading) dari paparan matahari langsung maka daya keluaran panel surya semakin berkurang. Namun, beberapa penelitian mengungkapkan bahwa ketika intensitas partial shading semakin tinggi dan mencapai titik kritis tertentu, daya keluaran panel surya akan konstan.



Gambar 2.8. Efisiensi Solar Panel Terhadap Efek Partial Shading

2.4.1 Kurva Karakteristik Fotovoltaik Dalam Keadaan *Partially Shading Condition* (PSC)

Kurva karakteristik fotovoltaik pada partially shading condition (PSC) terjadi saat sebagian *photovoltaic cell* modul tidak dapat menghasilkan energi listrik. *Photovoltaic* modul menghasilkan kurva karakteristik I – V memiliki beberapa puncak dan satu puncak tertinggi ditunjukkan pada gambar 2.6. puncak P – V tertinggi disebut sebagai puncak daya maksimum (MPP). Sedangkan puncak – puncak yang lain disebut puncak daya lokal. Pada PSC teknik MPPT digunakan untuk menemukan solusi global sehingga daya output tidak terjebak pada solusi lokal fotovoltaik.

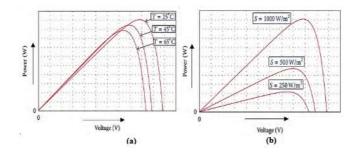


Gambar 2.9. Kurva Karakteristik (a) Kurva I – V (b) Kurva P – V Pada PSC

Pada gambar 2.6. ditunjukkan bahwa pada saat *partially shading condition* parameter yang berubah adalah nilai dari puncak maksimum (P_{max}), nilai I_{sc} , dan V_{oc} pada suatu fotovoltaik tidak mengalami perubahan. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa keadaan PSC suatu fotovoltaik tidak mengubah nilai I_{sc} dan V_{oc} dari suatu modul fotovoltaik. Sedangkan nilai variabel yang mengalami perubahan adalah daya maksimum (P_{max}). P_{max} merupakan hasil perkalian antara arus maksimum (I_{mp}) dan tegangan maksimum (V_{mp}).

Beberapa faktor yang mempengaruhi nilai MPP adalah suhu lingkungan (T) dan irradiant (G). Semakin tinggi nilai suhu yang mengenai panel maka nilai MPP semakin kecil sesuai yang ditunjukkan pada gambar 2.7. apabila diberi sinar berlebih maka jumlah irradiant cahaya yang diterima semakin banyak maka grafik akan semakin bergeser ke atas. Sehingga arus dan tegangan yang dihasilkan oleh Fotovoltaik semakin besar. Karena nilai radiasi pada

Fotovoltaik berbanding lurus dengan daya output yang dihasilkan. Pengaruh suhu berbanding terbalik dengan daya output yang dihasilkan. Jika suhu semakin naik maka daya yang dihasilkan akan semakin kecil. Hal ini ditunjukkan pada Gambar 2.7.



Gambar 2.10. Kurva Karakteristik (a) Kurva I – V (b) Kurva P – V Pada Nilai Radiasi Dan Suhu Tertentu

Gambar 2.10. menunjukkan daya output Photovoltaik semakin besar ketika radiasi yang diterima semakin besar. Saat radiasi bernilai 1000 W/m2 pv memiliki nilai daya output yang lebih besar dari pada kurva yang menerima radiasi 500 W/m2.

- Faktor - Faktor Penyebab Terjadinya Efek Partal Shading

Peneduh biasanya disebabkan karena awan, penghalang lingkungan seperti pepohonan atau di dekat bangunan, peneduh sendiri antara panel dalam baris paralel, kotoran, debu danberbeda dengan tetesan burung yang mirip sampah, dll. Efek peneduh ini juga statis sebagai akibat dari posisi penghalang atau dalam beberapa kasus dinamis, misalnya, bayangan awan bergerak.

- Pengaruh Shading Terhadap Kinerja Panel Surya

Panel surya dihubungkan ke rangkaian-paralel kombinasi tergantung pada kisaran tegangan masukan inverter. Jika naungan dari pohon atau cerobong asap jatuh bahkan pada satu panel array, keluaran dari seluruh jaringan akan hampir menjadi nol untuk periode naungan. Hal ini karena panel-panel disatukan sedemikian rupa sehingga keluaran dikurangi menjadi tingkat arus yang melewati panel terlemah. Jika ada string terpisah dan

tidak berbayang, itu akan masih daya keluaran seperti biasa. Dampak naungan pada keseluruhan sistem tergantung pada bagaimana panel dipasang bersama.

Dari faktor dan penyebab terjadinya efek partial shading telah dijelaskan sedemikian rupa, sehingga butuh bagaimana cara mengatasi masalah pada bayangan efek shading.

Pemosisian Sistem PV

Sebelum memasang sistem PV surya, Anda harus melakukan analisis situs yang cermat dengan mempertimbangkan semua waktu sepanjang hari untuk semua musim dalam setahun untuk menghindari naungan. Pohon atau bangunan terdekat yang tumbuh yang mungkin muncul di masa depan juga perlu dipertimbangkan sebelum menyelesaikan lokasi untuk Sistem PV.

- Bypass Dioda Untuk Menurunkan Efek Bayangan

Efek destruktif dari pemanasan hot-spot dapat dielakkan melalui penggunaan dioda bypass. Dioda bypass dihubungkan secara paralel, tetapi dengan polaritas yang berlawanan, ke sel surya. Setiap sel surya akan bias maju dan oleh karena itu dioda bypass akan bias balik dan secara efektif akan menjadi sirkuit terbuka. Namun, jika sel surya dibiaskan terbalik karena ketidaksesuaian arus hubung singkat antara beberapa sel yang terhubung seri, maka dioda bypass bekerja, sehingga memungkinkan arus dari sel surya yang baik mengalir di sirkuit eksternal daripada bias maju masing-masing. sel yang bagus. Bias balik maksimum melintasi sel yang buruk dikurangi menjadi sekitar satu penurunan dioda, sehingga membatasi arus dan mencegah pemanasan hot-spot.

Micro Inverter Dan Pengoptimal Daya

Microinverter dan pengoptimal daya digunakan untuk mengatasi masalah bayangan parsial. Ini dapat memungkinkan setiap panel surya untuk bekerja secara individual sehingga produksi energi sistem tidak dipengaruhi secara tidak proporsional hanya oleh satu atau dua panel yang terkena bayangan.

Adapun yang mempengaruhi efek partial shading memiliki berbagai jenis pada shading, sebagai berikut.

a. Peneduh Sementara

Peneduh sementara meliputi peneduh akibat awan, kotoran burung, debu atau daun yang berguguran.

b. Bayangan Dari Lokasi

Peneduh dari lokasi berasal dari lingkungan sekitar gedung. Mungkin ada pepohonan atau semak – semak, kabel yang melintang di atas gedung, gedung tetangga atau gedung yang jauh yang sama – sama dapat menyebabkan cakrawala menjadi gelap.

Bayangan Sendiri

Dengan sistem pemasangan rak, naungan modul dapat disebabkan oleh deretan modul. Dalam kasus ini, kemiringan dan pemisahan antara baris modul perlu dioptimalkan.

d. Bayangan Langsung

Peneduhan langsung dapat menyebabkan kehilangan energi yang tinggi karena kedekatannya dengan objek bayangan yang menghalangi panel surya PV untuk menangkap cahaya.

2.5 Solar Charge Controller

Solar Charge Controller (SCC) atau pengontrol pengisian daya surya adalah komponen penting dalam setiap instalasi tenaga surya. Charge controller memastikan sistem tenaga surya berjalan secara efisien dan aman untuk bertahun – tahun kedepan. Ada banyak variabel yang berubah yang dapat mempengaruhi seberapa banyak daya yang dihasilkan, seperti tingkat sinar matahari, suhu dan status pengisian baterai. Charge controller memastikan baterai dapat disuplai dengan tingkat daya yang stabil dan optimal.

Pengontrol dan pengisian daya surya atau solar charge controller (SCC) salah satu fungsinya mencegah pengisian energi baterai yang berlebihan dengan membatasi jumlah dan laju pengisian daya ke baterai. Solar charge controller (SCC) juga mencegah pengurasan baterai dengan mematikan sistem jika daya yang tersimpan turun di bawah kapasitas 50 persen dan mengisi baterai pada level volatse

yang benar. Solar charge controller memiliki perlindungan kelebihan pada beban, jika arus yang mengalir ke baterai jauh lebih tinggi daripada yang dapat ditangani circuit, sistem ini mungkin kelebihan beban. Hal ini dapat menyebabkan panas berlebih dan menyebabkan kebakaran. Solar charge controller (SCC) menyediakan fungsi penting dari perlindungan beban berlebih. Dalam sistem yang lebih besar, direkomendasikan perlindungan keamanan ganda dari pemutus sirkuit atau sekering.

- Pemutus Tegangan Rendah

Fitur ini berfungsi sebagai pemutusan otomatis beban tidak kritis dari baterai ketika tegangan turun di bawah ambang yang telah ditentukan. Pemutus ini akan secara otomatis terhubung kembali ke baterai saat sedang diisi. Hal ini akan mencegah pelepasan muatan berlbih dan melindungi peralatan elektronik agar tidak beroperasi pada voltase yang sangat rendah.

- Blokir Arus Terbalik

Panel surya mengalirkan arus melalui baterai ke satu arah. Pada malam hari, panel dapat secara alami mengalirkan sebagian arus tersebut ke arah sebaliknya. Ini dapat menyebabkan sedikit pengosongan dari baterai. Solar Charge Controller (SCC) mencegah hal ini terjadi dengan bertindak sebagai katup.

Beberapa fungsi detail dari solar charge controller adalah sebagai berikut:

- a. Mengatur arus untuk pengisian ke baterai, menghindari overcharging, dan overvoltage.
- b. Mengatur arus yang dibebaskan/ diambil dari baterai agar baterai tidak 'full discharge', dan overloading.
- c. Monitoring temperatur baterai

Untuk membeli solar charge controller yang harus diperhatikan adalah:

- a. Voltage 12 Volt DC / 24 Volt DC
- b. Kemampuan (dalam arus searah) dari controller.
- c. Misalnya 5 Ampere, 10 Ampere, dsb
- d. Full charge dan low voltage cut

Solar charge controller yang baik biasanya mempunyai kemampuan mendeteksi kapasitas baterai. Bila baterai sudah penuh terisi maka secara otomatis pengisian arus dari panel surya / solar cell berhenti Cara deteksi adalah melalui monitor level tegangan baterai Solar charge controller akan mengisi baterai sampai level tegangan tertentu, kemudian apabila level tegangan drop, maka baterai akan diisi kembali.

Solar Charge Controller biasanya terdiri dari : 1 input (2 terminal) yang terhubung dengan output panel surya / solar cell, I output (2 terminal) yang terhubung dengan baterai/aki dan I output (2 terminal) yang terhubung dengan beban (load) Arus listrik DC yang berasal dari baterai tidak mungkin masuk ke panel sel surya karena biasanya ada 'diode protection' yang hanya melewatkan arus listrik DC dari panel surya / solar cell ke baterai, bukan sebaliknya.

Charge Controller bahkan ada yang mempunyai lebih dari I sumber daya, yaitu bukan hanya berasal dari matahari, tapi juga bisa berasal daritenaga angin ataupun mikro hidro.Di pasaran sudah banyak ditemui charge controller 'tandem' yaitu mempunyai 2 input yang berasal dari matahari dan angin. Untuk ini energi yang dihasi lkan menjadi berlipat ganda karena angin bisa bertiup kapan saja, sehingga keterbatasan waktu yang tidak bisa disuplai energi matahari secara full, dapat disupport oleh tenaga angin. Bila kecepatan ratarata angin terpenuhi maka daya listrik per bulannya bisa jauh lebih besar dari energi matahari Seperti berikut ini di *gambar* 2.8 Solar Charge Controller.



Gambar 2.11 Solar Charge Controller

• Charging Mode Solar Charge Controller

Dalam charging mode umumnya baterai diisi dengan metode three stage charging:

- Fase bulk baterai akan di-charge sesuai dengan tegangan setup (bulk-antara 13.4 - 14 8 Volt) dan arus diambil secara maksimum panel surya. Pada saat baterai sudah pada tegangan setup (bulk) Fase absorption.
- b. Fase Absorption: pada fase ini, tegangan baterai akan dijaga sesuai dengan tegangan bulk, sampai solar charge controller (umumnya satu jam) tercapai, arus yang dialirkan menurun sampai tercapai kapasitas dan baterai.
- c. Fase loat baierau akan dijaga pada tegangan load selting (umumnya 134 - 137 Volt) Beban yang terhubung ke baterai dengan menggunakan arus maksimun dari panel surya / solar cell pada ini.

• Sensor Temperatur Baterai

Untuk solar charge controller yang dilengkapi dengan sensor temperatur baterai Tegangan charging disesuaikan dengan temperatur dari baterai Dengan sensor ini didapatkan optimun dari charging dan juga optimun dari usia baterai (Handoko 2017), Apabila solar charge controller tidak memliki sensor temperatur baterai, maka tegangan charging perlu diatur, disesuaikan dengan temperatur lingkungan dan Jenis baterai dengan baik.

• Mode Operation Solar Charge Controller

Pada mode ini, baterai akan melayani beban. Apabila ada overdischarge maupun over-load, maka baterai akan dilepaskan dari beban. Hal ini berguna untuk mencegah kerusakan dari baterai.

2.6 Baterai Pada Panel Surya

Baterai panel surya adalah komponen pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) untuk menyimpan energi yang dihasilkan panel surya selama mendapat sinar matahari. Tidak hanya berfungsi menyimpan energi sementara, baterai panel surya juga akan memasok listrik saat panel surya tidak menghasilkan energi. Hal ini biasanya terjadi jika matahari tidak bersinar karena cuaca mendung atau berawan.

- Panel Surva sistem Off Grid dan Hybrid

Baterai panel surya digunakan pada panel surya sistem off grid yang tidak terintegrasi dengan jaringan PLN, serta hybrid, sistem PLTS yang menyimpan daya listrik dan tetap terhubung dengan PLN. Baterai panel surya menjadi satu – satunya pasokan energi bagi panel surya sistem off grid sehingga menjadi salah satu komponen penting. Tanpa komponen ini, PLTS off grid tidak akan bisa menyediakan energi listrik untuk digunakan pada malam hari.

Sistem PLTS off – grid mengunakan baterai untuk menghasilkan daya dan tidak terhubung dengan PLN, sedangkan PLTS Hybrid, mengunakan baterai sebagai cadangan daya listrik bila terjadi mati lampu dari pusat. Cara kerja sistem Off Grid adalah daya yang terproduksi dengan kondisi arus *Direct Current* (DC) akan disimpan terlebih dahulu pada baterai. Daya yang tersimpan pada baterai tersebut akan dialirkan ke inverter untuk diubah menjadi *Alternating Current* (AC) dan dialirkan ke beban AC.

Tidak Bisa Bekerja Tanpa Inverter

Pada sistem PLTS, inverter mempunyai fungsi mengubah daya arus langsung (DC) yang dihasilkan oleh solar panel menjadi daya arus bolak – balik (AC). Daya AC inilah yang diubah menjadi tenaga listrik untuk kemudian dapat digunakan. Hampir semua peralatan menggunakan arus listrik AC.

Listrik AC yang dihasilkan inverter juga berguna untuk mengimpor kelebihan daya yang dihasilkan sistem panel surya ke jaringan PLN. Nantinya kelebihan daya tersebut dapat dimanfaatkan kembali sebagai kredit jika sistem panel surya berhenti bekerja pada malam hari. Baterai merupakan komponen penting pada pembangkit listrik tenaga surya yang berfungsi menyimpan energi listrik tersebut, sehingga listrik tetap dapat digunakan pada mala hari.

- Tersedia Jenis Baterai Lithium dan Lead Acid

Untuk jeis baterai panel surya, umumnya ada dua yang bisa dipakai, yaitu baterai lithium dan lead acid dengan penjelasan sebagai berikut:

1. Baterai Lead Acid

Baterai yang banyak digunakan pada sistem PLTS off – grid ini adalah jenis baterai yang terkenal andal dalam waktu lama, aman, dan mudah dioperasikan. Jenis baterai ini juga banyak dipilih karena biaya yang lebih rendah per siklusnya.

2. Baterai Lithium

Baterai jenis ini adalah pilihan baterai dengan umur pakai yang lebih panjang jika menggunakan sistem pengelolaan baterai atau battery management system (BMS) yang baik. Baterai lithium juga lebih menguntungkan dipakai di daerah terpencil karena kepadatan atau densitas baterai lebih tinggi (Wh/kg) daripada lead acid.

- Baterai Panel Surya Memiliki Siklus Hidup

Baterai panel surya memiliki siklus hidup atau umur pakai baterai. Lama atau tidaknya siklus hidup baterai panel surya dipengaruhi oleh perilaku penggunaan, suhu penngoperasian, desain sistem dan ukuran daya yang mungkin tidak sesuai sistem PLTS. Menurunnya performa baterai panel surya juga dapat menyebabkan kerusakan pada baterai. Bahkan dalam kondisi yang lebih ekstrim dpat mengancam keselamatan operatornya.

- Peletakan Baterai Panel Surva Tidak Boleh Asal - Asalan

Untuk mendukung fungsi PLTS atap, penggunaan baterai haruslah tepat. Jika PLTS Atap yang dipasang tidak menggunakan baterai, maka mesin panel tidak akan berfungsi dengan baik dan tidak dapat berfungsi ketika matahari sedang tidak bersinar.

Selain memilih jenis baterai yang tepat dan paling sesuai dan juga dalam menentukan penempatan baterai yang tepat. Baterai yang hanya ada pada sistem PLTS off grid dan hybrid ini harus ditempatkan di area yang kering dan tidak boleh terkena percikan air saat hujan. Di samping itu, harus memposisikan baterai sedekat mungkin dengan inverter.

Aki panel surya merupakan sebuah alat yang memiliki fungsi sebagai penyimpan energi listrik dengan tegangan arus DC. Selain itu

aki juga memiliki akan fungsi mengubah energi menjadi sebuah aliran arus listrik. Secara umum, orang sudah mengenal 2 jenis aki, yaitu jenis aki primer serta jenis aki sekunder Salah satu jenis baterai misalnya yang sudah populer yaitu baterai ABC, merupakan salah satu contoh alat penyimpanan energi listrik primer.Untuk jenis baterai/aki primer ini biasanya tidak bisa dilakukan pengecasan ulang. Kemudian aki sekunder adalah aki yang bisa dicas ulang/diisi ulang, misalnya, aki yang biasa dipasang dikendaraan mobil/motor. Untuk sistem PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) aki sekunder yang paling banyak diminati.

Aki VRLA adalah Valve Regulated Lead Acid yang juga memiliki sebutan nama lain yaitu SLA (Sealed Lead Acid). Aki ini di Indonesia sudah dikenal dengan sebutan aki kering / tertutup. Jenis aki ini kinerjanya tidak mengalami penguapan sehingga bisa digunakan pada ruangan tertutup. Jenis aki VRLA merupakan aki berbasis timah generasi yang ketiga yang memiliki karakteristik khusus, yang bisa mengurangi hidrogen dan oksigen dari dalam aki tanpa harus mengeluarkanya melainkan digabungkan kembali kedalam elektrolitnya.

Aki VRLA ini didesain dengan memiliki sebuah lubang kecil dimana memiliki fungsi jika tekanan serta kadar gas hidrogen yang dihasilkan terlalu tinggi akan dikeluarkan secara otomatis. Tentu fungsi lubang kecil ini untuk menghidari ledakan pada aki VRLA merupakan jenis aki yang memiliki fungsi penggunaan secara deepcycle, yang mana arus pada aki ini digunakan secara terus menerus hingga pada tingkatan DOD (Depth of Discharge) tertentu sebelum dilakukan pengecasan kembali. Aki dengan tipe deep - cycle tentu sangat berbeda dengan jenis aki pada mobil / motor yang biasanya sebagai keperluan SLI (Starting Light Ignition). Volume yang dimiliki aki VRLA ini pada umumnya lebih kecil dari pada aki pada umumnya sehingga dalam peletakannya bisa secara bebas dan bisa diletakan secara tidur karena fisik pada aki vrla ini sepenuhnya kedap terhadap udara, dimana pada proses penyerapan uap air ke dalam partisi pada katub membran elektrolit serta tekanan digunakan. Keunggulan VRLA sendiri adalah:

• Bebas Perawatan

Dengan menggunakan teknologi VRLA (Valve Regulated Lead Acid) bisa membuat aki tidaklah perlu lagi dilakukan penambahan serta pengecekan pada air aki. Tentu dengan demikian bisa menghemat akan waktu dan biaya untuk perawatan. Kerusakan pada aki yang dikarenakan kelalaian dalam pengecekan serta lupa dalam penambahan air aki tidak perlu lagi terjadi.

Aki yang siap pakai

Pada produksi pabrikan, aki sudah terisi accu zuur yang sudah disesuaikan dengan standartnya dan sudah pula dilakukan penyetruman, sehingga sejak pembelian awal sudah bisa langsung digunakan.

• Anti tumpah/bocor

Iccu zuur yang sudah berada didalam aki sudah dijamin tidak akan mengalami kebocoran ataupun tumpah dikarenakan aki sudah menggunakan separator AG (Absorbent Glass Mat).

Awet dan tahan lama

Baterai Dengan jenis Valve Regulated Lead Acid (VRLA) ini sudah dibuat dengan desain bisa untuk menampung elektrolit dengan konsentrasi yang tinggi sehingga bisa menghasilkan akan daya start yang tinggi Dengan penggunaan bahan grid lead calsium alloys tentu aki memiliki keuntungan lebih dalam menyimpan strum aki yang lebih lama serta terjadinya kehilangan muatan (self discharged) sangat minim sekali, sehingga membuat aki ini tidak cepat rusak.

• Aki yang lebih aman

Aki VRLA memiliki sebuah katup pengaman yang dibuat dengan memiliki fungsi untuk melepas gas apabila terjadi over charging dimana bisa menyebabkan aki menjadi di kembung. Dengan adanya teknologi ceramic filter sebagai

penahan api yang kontak dengan gas alam, oleh karena iti aki ini bisa lebih aman dari bahaya kecelakaan ledakan.

• Standart OEM quality

Tentu hal ini sudah menjadi patokan akan standart pilihan di hampir seluruh produsen kendaraan mobil dan motor di Indonesia.



Gambar 2.12 Baterai Panel Surya

2.7 Inverter

Inverter adalah salah satu komponen terpenting dan paling kompleks dari sistem independen. Sistem tenaga listrik independen adalah sistem yang terlepas dari jaringan utilitas listrik. Sistem seperti itu bervariasi ukurannya dari lampu halaman kecil hingga rumah – rumah di lokasi terpencil, desa, taman nasional, fasilitas medis dan militer. Dan juga mencakup sistem cadangan seluler, portabel dan darurat. Komponen umum dari sistem tersebut adlah baterai penyimpanan yang menyerap dan melepaskan daya dalam bentuk arus searah (DC). Sebaliknya, jaringan utilitas menyuplai konsumen dengan daya arus bolak – balik (AC). AC adalah bentuk standar kelistrikan untuk segala sesuatu yang "dihubungkan" ke sumber listrik (lebih praktis untuk transmisi jarak jauh).

Inverter mengubah DC ke AC dan juga mengubah tegangan. Oleh karena itu, ini adalah adaptor daya. Ini dapat memungkinkan sistem daya independen berbasis baterai untuk menjalankan peralatan konvensional melalui kabel rumah konvensional. Ada banyak cara untuk menggunakan daya DC secara langsung, tetapi jika kebutuhan listrik melebihi tingkat "kabin" yang paling sederhana maka membutuhkan inverter. Peralatan yang membutuhkan arus searah (DC) tetapi harus mengambil daya dari stopkontak AC membutuhkan

peralatan tambahan yang disebut *penyearah*, biasanya dibuat dari komponen elektronik yang disebut dioda, untuk mengubah dari AC ke DC. Inverter melakukan pekerjaan sebaliknya dan cukup mudah untuk memahami inti dari cara kerjanya. Inverter sebagai perangkat daya yang dapat mengubah arus listrik searah (DC) menjadi arus bolak – balik (AC) pada tegangan yang lebih tinggi. Kebanyakan inverter dipasang dan digunakan bersama dengan bank baterai atau sejenisnya. Baterai siklus dalam adalah jantung dari sistem kelistrikan bertenaga inverter off-grid, menyimpan daya untuk digunakan sesuai permintaan. Banyak sistem kelistrikan off-grid (yang tidak dialiri listrik dari perusahaan utilitas) menggunakan daya DC 12 volt untuk menjalankan beban sederhana seperti lampu.

- Fungsi Inverter

Fungsi utama inverter adalah untuk mengubah daya arus searah (DC) menjadi arus bolak – balik standar (AC), dikarenakan AC adalah daya yang dipasok ke industri dan rumah oleh jaringan listrik utama tau utilitas publik, baterai sistem tenaga bolak – balik hanya menyimpan daya DC. Perangkat ini merupakan indikasi kapasitas inverter dapat secara bersamaan dan terus menerus memberi daya pada peralatan atau perkakas dengan watt tinggi atau kombinasi dari beberapa unit item semacam itu.

- Jenis – Jenis Inverter

Inverter square wave adalah salah satu jenis paling sederhana yang tersedia. Lebih murah, lebih sederhana dalam desain dan lebih efisien daripada inverter modified sine wave, namun tidak sesuai untuk digunakan disemua situasi dan paling cocok untuk aplikasi dengan sensitivitas rendah seperti pencahayaan dan pemanas. Inverter Square Wave diketahui mengeluarkan suara berdengung saat dihubungkan ke peralatan audio dan umumnya dianggap tidak cocok untuk elektronik sensitif.

a. Inverter Pure Sine Wave

Perngkat ini menghasilkan keluaran gelombang multi langkah. Biasanya jenis inverter ini yang paling umum dan dipakai oleh perusahaan utilitas listrik, kemungkinan besar akan menyediakan pure sine wave. Salah satu manfaat utama inverter pure sine wave adalah sebagian besar peralatan listrik di pasaran dirancang dan direkayasa untuk bekerja paling baik dengan sumber daya AC pure sine wave.

b. Inverter Modified Sine Wave

Inverter Modified Sine Wave berada diantara 2 jenis lainnya, berada diantara dua jenis lainnya. Bentuk gelombangnya sebenarnya lebih seperti square wave tetapi memiliki output tiga langkah, bukan dua dan harus bekerja dengan baik dengan sebagian besar peralatan listrik meskipun daya berpotensi berkurang dengan beberapa perangkat.



Gambar 2.13. Inverter

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

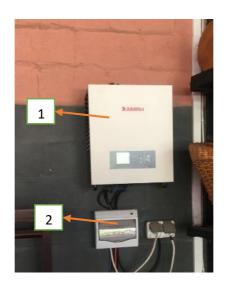
3.1. Analisa Pada Panel Surya 900 WP Terhadap Efek Partial Shading di Desa Peseseh

Penelitian ini dilakukan dengan pengambilan data secara manual yang dilakukan pada Mahasiswa Universitas Bhayangkara Surabaya dalam rangka dan bertujuan untuk menyelesaikan tugas akhir, untuk melakukan pengujian dan penelitian pada efek partial shading yang berlokasi di Desa Peseseh, Tanjung Bumi – Bangkalan Jawa Timur.

Penelitian ini menjelaskan tentang perancangan pada sistem Solar Cell pada *Teknologi Hijau Produksi Batik Tulis Tanjung Bumi* (Dr.Amirullah) dengan menggunakan komponen yang digunakan antara lain Panel Surya 150 Wp (Gambar 3.3), Baterai (Gambar 3.4), Inverter dan Solar Charge Controller (SCC) (Gambar 3.2) sebagai komponen kontroller. Untuk memudahkan perencanaan untuk simulasi pada perhitungan dari panel surya serta kebutuhan lainnya dalam penggunaan sistem hybrid tersebut.



Gambar 3.1 Canting Batik Tulis Tanjung Bumi



Gambar 3.2 Power Supply, Inverter (1) dan AC MCB (2)



Gambar 3.3 Kondisi Panel Surya



Gambar 3.4 Baterai

Adapun datasheet dari panel surya dapat dilihat di tabel 1.

Tabel 1. Datasheet Solar Cell 150 Wp

| Tabel 1. Datasheet Solar Cell 150 wp | |
|--------------------------------------|--------|
| Item | Value |
| Rated Maximum Power | 150 Wp |
| Open Circuit Voltage (Voc) | 21,6 V |
| Short Circuit Current (Isc) | 9,70 A |
| Voltage at Max. Power (Vmp) | 17,2 V |
| Current at Max. Power (Imp) | 8,72 A |
| Output Tolerance | 0,5 % |

Panel Surya yang ada di Desa Peseseh menggunakan panel 900 Wp, yang terdiri dari 6 buah panel surya yang masing – masing berkapasitas 150 Wp. Dari analisa dan uji penelitian maka dapat disimpulkan sebagai parameter dari output pada efek terjadinya partial shading, sebagai berikut.

- a. Untuk mengetahui luas penampang dari cell surya sebesar 150 Wp sebagai berikut :
 - Panjang = 148 cm - Lebar = 67 cm

Maka,

A = Panjang solar cell x Lebar solar cell

A = 148 cm x 67 cm

 $A = 9.916 \text{ cm}^2 \approx 99.16 \text{ m}^2$

Jadi, luas penampang pada panel surya sebesar 99.16 m² dengan ditambahnya 6 buah panel surya menjadi.

= Luas penampang solar cell 150 Wp x jumlah total PV

 $= 99.16 \text{ m}^2 \text{ x } 6 = 594.96 \text{ m}^2$

b. Untuk mengetahui besaran yang dihasilkan dengan cara menghitung perkalian intesitas radiasi yang diterima dengan luasan dengan persamaan, sebagai berikut.

Diketahui:

$$I_r$$
 = 1310,80
 A = 594,96 m²
Penampang I : E = Ir x A (3.1)
= 1310,80 x 594,96 m² = 779,873 Joule

c. Untuk mengetahui besarnya daya dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan, sebagai berikut.

$$P = Vmp x Imp (3.2)$$

 $= 17.2 \text{ V} \times 8.72 \text{ A}$

= 149,98 W \approx 150 W (per satuan solar cell 150 Wp)

Apabila solar cell 150 Wp ada 6 buah maka total keselurahan dari daya yang dihasilkan sebesar 900 Watt.

d. Dari perhitungan di atas maka dapat diketahui apabila daya laju pada waktu pengisian dari panel surya, yaitu.

$$T = W \times P$$

= 900 watt x 779,873 joule = 701,891/detik (3.3)

e. Panel surya 900 watt yang terpasang dalam bentuk rangkaian seri dapat menghasilkan daya maksimal sebesar 1.050 watt selama 7 jam dalam penyinaran matahari. Panel surya yang dirancang di desa peseseh yang dirancang mensuplai 100% dari energi keseluruhan. Rugi – rugi pada daya panel surya ialah sebagai berikut.

$$\begin{array}{ll} Eb &=& Ep - (15\% \text{ x Ep}) \\ Dimana : \\ E_b &=& Energi \text{ beban (watt/jam)} \end{array}$$

E_b = Energi beban (watt/jam) E_p = Energi panel surya (watt/jam) E_b = 1050 - (15% x 1050) = 892.5 Wh

Jadi, total keseluruhan dari energi beban pada daya panel sebesar 892,5 Wh

f. Untuk mengetahui hasil dari perhitungan efisiensi tenaga surya sebagai berikut.

$$\eta = \frac{P}{L} = \frac{898,8WP}{5,9094m} \times 100\%$$

$$\eta = 15,21\%$$
(3.4)

g. Dari hasilyang sudah diketahui, maka diperlukan untuk mengetahui daya pada aki, sebagai berikut.

Paki =
$$V \times I$$

= 12 V x 100 Ah = 1200 Wh (3.5)

Jadi, hasil dari kebutuhan baterai pada daya yang dibutuhkan sebesar 1200 Wh. Apabila jika hasil dari total keseluruhan 4 baterai, maka.

Total daya keseluruhan =
$$P_{aki}$$
 x total keseluruhan baterai = 1200 Wh x 4 = 4800 Wh

h. Untuk menhetahui hasil dari satuan hari dalam menyimpan dan menyalurkan energi ke beban ditentukan satu hari, jadi baterai hanya menyimpan dan mengeluarkan pada hari itu juga. Besarnya *Deep Of Discharge* (DoD) pada baterai adalah 30%. Kapasitas accu yang dibutuhkan sebagai berikut.

AH =
$$\frac{\text{Eb}}{\text{Vs}} = \frac{892,5 \text{ Wh}}{12 \text{ V}} = 74,37 \text{ VAh}$$

Satuan hari pada Besarnya *Deep Of Discharge* (DoD) pada baterai adalah 30%

Kapasitas pada baterai $= \frac{74,37 \text{ Ah x 1}}{0,3}$ = 247,9 VAh

Maka, hasil dari total keseluruhan dari 4 baterai ditentukan sebagai berikut.

Total kapasitas baterai = Kapasitas baterai x Jumlah baterai = 247.9 VAh x 4

= 991,6 VAh

- Hasil pada perhitungan dengan tegangan hubung terbuka (Voc) serta total solar cell pada panel surya sebagai berikut.
 - Total keseluruhan pada solar cell:
 - = Tegangan hubung terbuka (Voc) x Total Panel Vp

$$= 21.6 \text{ V x } 6$$

= 129.6 V

Arus total pada panel PV = arus modal PV hubung singkat (Isc) = 9,70 Ampere

- j. Perhitungan pada partial shading dengan menggunakan solar cell 150 Wp dengan dirangkai seri menjadi 6 buah dengan total wattpeak sebesar 900 Wp.
 - 1. Menentukan hasil pada solar cell 150 Wp untuk menentukan jumlah cell yang dimiliki solar cell 150 Wp, sebagai berikut.

Menghitung jumlah cell =
$$\frac{\text{Voc}}{\text{Standart Tegangan Silicon (STS)}}$$

= $\frac{21,6 \text{ V}}{0.6}$ = 36 cell

Jadi, jumlah cell pada panel surya 150 Wp yaitu 36 cell, apabila dijumlahkan secara keseluruhan panel surya 150 Wp dirangkai dalam bentuk seri yang memiliki 6 buah panel surya, maka.

Jumlah cell secara keseluruhan

- = Jumlah cell 150 Wp x Jumlah solar cell
- = 36 cell x 6
- = 216 cell

2. Menghitung tegangan keluaran pada saat efek partial shading terjadi, dengan perhitungan sebagai berikut.

$$V_{Partial} = \frac{36 \text{ cells}}{V_{out}}$$

$$= \frac{36 \text{ cells}}{15.2 \text{ V}} = 2.36 \text{ V}$$
(3.6)

$$P_{Partial} = V_{partial} \times I_{out}$$
 (3.7)
= 2,36 v x 5.2 A
= 12.27 W

Jadi, hasil dari perhitungan yang telah di akumulasi menjadi analisa dari efek partial shading ialah dengan memakai media kardus full black sebagai efek terjadinya partial shading, hasil yang dilakukan dilapangan saat uji penelitian dari keluaran tegangan dan keluaran pada daya nilai ouput tegangan dan daya fluktuatif sehingga untuk menentukan hasil dari tegangan dan daya pada efek partial shading menjadi volatile akibat situasi dan kondisi pada daya serap pada energi matahari yang ada di desa peseseh kecamatan Tanjung Bumi, akumulasi pada perhitungan tegangan pada partial shading.

k. Perhitungan pada Temperatur sel surya adalah sebagai berikut:

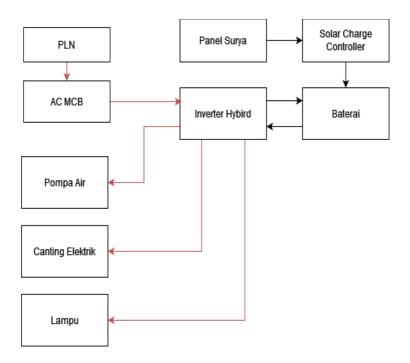
$$Tc = Ta + IT \left(\frac{TcNOCT - TaNOCT}{IT NOCT} \right) \left(1 - \frac{\mu c}{\tau \alpha} \right)$$

$$Tc = 30^{\circ}C + 4 \left(\frac{47^{\circ} - 20^{\circ}}{0.8} \right) \left(1 - \frac{15,21\%}{701,89s} \right)$$

$$Tc = 30^{\circ} + 0,133$$

$$Tc = 30,133^{\circ}$$
(3.8)

3.2. Block Diagram Sistem Hybrid Pada Solar Cell dan Sumber PLN Terhadap Efek Partial Shading



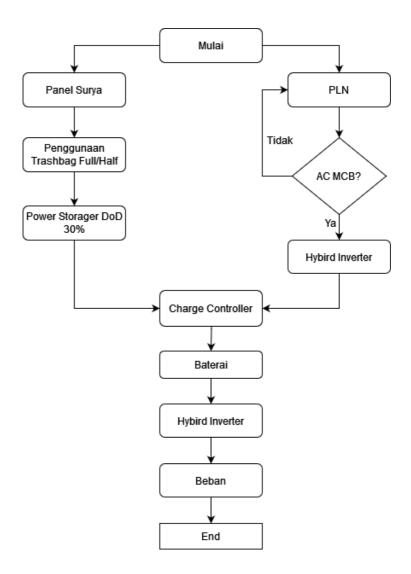
Gambar 3.5. Skema Block Diagram

Cara kerja dari sistem block diagram yang telah dibuat, sistem ini dirancang dalam bentuk hybrid dengan menyediakan sumber energi terbarukan dan sumber listrik dari PLN. Listrik di desa peseseh dalam industri rumahan pada produksi canting batik di tanjung bumi menggunakan dua sistem yang dimana sama – sama menghasilkan energi listrik arus bolak – balik.

k (AC) dan arus searah (DC), dimulai dari solar cell yang berkapasitas 900 Wp yang terbagi dari 6 buah panel surya yang berkapasitas satuannya sebesar 150 Wp yang dapat menyerap energi dengan menggunakan energi matahari melalui semikonduktornya yang dikonversi menjadi tegangan (Vdc) lalu dilanjutkan dengan peranan yang paling penting yaitu solar charge controller dimana komponen ini sangat diutamakan dalam pengendalian kontrol tegangan dan arus pada energi listrik terbarukan ini dihasilkan yang kemudian tegangang tersebut di suplai di dalam penyimpanan daya yang biasa disebut sebagai baterai/aki, solar charge controller juga tranceiver tegangan ke inverter sebagai support tegangan yang juga disuplai dari baterai sebagai konversi energi lisrik menjadi AC, inverter memiliki tujuan sebagai pengubah tegangan dan arus sehingga dapat membantu apabila tegangan dari sumber PLN itu mati, dalam proses switching ini dimana peranan inverter sangat dibutuhkan sebagai pengendali off-grid dari sumber dan On-grid pada sumber sebagai pengganti apabila listrik dari PLN ini mati, Inverter juga bisa mengirim energi yang tidak terpakai elektronik ke baterai untuk disimpan, Inverter dapat pula menerima energi dari jaringan listrik PLN untuk dialirkan ke elektronik dan baterai. Saat inverter mendapat pasokan dari jaringan PLN dan mengirimkannya ke baterai maka listrik dikonversi dari AC menjadi DC

3.3. Flowchart Sistem Monitoring Panel Surya Secara Real Time

Sistem Flowchart sangatlah dibutuhkan pada sistem ini guna untuk mengetahui alur dan skema pada sistem yang telah dibuat dalam pengoperasian dan penelitian yang berlangsung, sehingga sangat memudahkan saat sistem ini bekerja dan aktif digunakan saat uji alat dan penelitian belangsung, sebagai berikut.



Gambar 3.6. Flowchart Panel Surya 900 Wp Pada Sistem Hybrid Terhadap Efek Partial Shading

Cara kerja dari sistem flowchart yang dibuat, sistem ini dirancang dalam bentuk hybrid dengan menyediakan sumber energi terbarukan dan sumber listrik dari PLN yang memiliki tegangan AC 220V/360V. Listrik di desa peseseh dalam industri rumahan dengan memproduksi canting batik di tanjung bumi menggunakan dua sistem yang dimana sama – sama menghasilkan energi listrik arus bolak – balik (AC) dan arus searah (DC), dimulai dari solar cell yang berkapasitas 900 Wp yang terbagi dari 6 buah panel surya yang berkapasitas satuannya sebesar 150 Wp yang dapat menyerap energi listrik dengan menggunakan energi matahari melalui cell - cell semikonduktornya yang dikonversi menjadi tegangan (Vdc) sesuai dengan kapasitas tolerance V_{mp} yang dihasilkan dari V_{out} setelah itu, dengan peranan yang paling penting vaitu solar charge controller dimana komponen ini sangat diutamakan dalam pengendalian kontrol tegangan dan arus pada energi listrik terbarukan ini dihasilkan, kemudian tegangan tersebut di suplai di dalam penyimpanan daya yang biasa disebut sebagai baterai/aki, solar charge controller juga disebut sebagai penerima dan pengirim dalam kendali kontrolnya akan menghasilkan tegangan menuju ke inverter sebagai support tegangan yang juga disuplai dari baterai sebagai konversi energi lisrik menjadi AC, inverter memiliki tujuan sebagai pengubah tegangan dan arus sehingga dapat membantu apabila tegangan dari sumber PLN itu mati, dalam proses switching ini dimana peranan inverter sangat dibutuhkan sebagai pengendali off-grid dari sumber dan On-grid pada sumber sebagai pengganti apabila listrik dari PLN ini mati, proses pengisian akan dilakukan pada siang hari sebagai optimasi strorage daya pada baterai sehingga proses industri apabila dilakukan pada malam hari dapat berlangsung karena adanya sumber kedua dari storage saya pada baterai sesuai kebutuhan dan keperluan yang dibutuhkan untuk menyalurkan energi listrik ke beban.

3.4. Menghubungkan Solar Cell Ke Solar Charge Controller

Kabel solar charge controller yang dipasang terdiri atas kabel daya dan kabel komunikasi. Kabel daya berfungsi sebagai distribusi daya dari panel surya ke baterai, sedangkan kabel komunikasi berfungsi untuk memastikan adanya komunikasi antar SCC untuk bertukar informasi, memberikan kendali dan pengambilan data. Ketepatan kabel yang digunakan dan pemasangannya akan sangat berpengaruh saat sistem PLTS sedang beroperasi. Kabel yang

dipasang dengan benar akan mengurangi risiko terjadinya korsleting dan sengatan listrik ke operator,

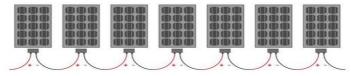
Kabel yang dipasang dengan tepat akan menghindari jatuhnya tegangan yang bisa menyebabkan pengisian baterai terhenti sebelum waktunya. Kabel antar SCC juga bisa berbagi informasi temperature dan data pengukuran yang bisa dilihat dari sistem pemantauan. Begitu pentingnya peran kedua kabel ini menunjukkan bahwa pemasangan SCC harus dilakukan dengan tepat dan benar. Kalau tidak akan menyebabkan komunikasi antar perangkat terganggu dan sistem PLTS kurang optimal.

3.5 Menghubungkan Panel Surya ke Inverter

Menghubungkan panel secara seri meningkatkan voltase sistem, hal ini dikarenakan inverter membutuhkan tegangan tertentu dari tata surya agar dapat berfungsi dengan baik, untuk menaikkan tegangan panel surya dalam menggunakan koneksi seri. Namun tidak dapat menyambungkan terlalu banyak secara seri, karena melebihi kapasitas maksimum inverter akan mempengaruhi masa pakainya. Apabila panel surva terhubung paralel dan seri adalah dua cara paling umum untuk menghubungkan tata surya tegangan dan arus output total maksimum dari susunan surya harus dipertimbangkan untuk mengatur koneksi seri dan paralel. Panel surya dan sirkuit terhubung seri memiliki operasi serupa. Kesalahan pada salah satu panel yang terhubung seri akan menyebabkan sirkuit secara keseluruhan tidak berfungsi. Pada saat yang sama, masalah dengan satu panel surya atau kabel longgar di sirkuit paralel tidak mempengaruhi panel surya lainnya. Jadi jenis inverter dan cara pengkabelannya mempengaruhi efisiensi panel surya seri dan paralel.

a. Cara Menyambungkan Panel Surya Secara Seri Ke Inverter

Pengkabelan seri biasanya digunakan untuk inverter yang terhubung ke jaringan atau pengontrol muatan yang membutuhkan 24 volt.



Gambar 3.7. Rangkaian Seri panel surya ke inverter

Panel surya dan inverter untuk rumah sudah menjadi kebutuhan. Inverter memungkinkan pengoperasian semua peralatan rumah tangga untuk kenyamanan selama pemadaman listrik.

b. Cara Pemasangan Panel Surva dan Inverter

Tahapan pertama, sambungkan ujung positif panel surya ke terminal positif inverter, kemudian kabel negative panel surya ke terminal negatif inverter. Membagi proses instalasi menjadi empat langkah berbeda, sebagai berikut.

Instalasi panel surva

Menempatkan panel surya dengan kuat di atap bukanlah operasi sederhana. Akan membutuhkan bantuan professional daan juga perlu menemukan lokasi paling tepat untuk panel surya. Memaksimalkan pengumpulan sinar matahari dan mengubahnya menjadi energi matahari.

Hubungkan Pengontrol Pengisian Daya

Fungsi utamanya adalah untuk memastikan arus konstan. Karena arus yang tidak konstan bisa sangat merusak inverter. Untuk memastikan arus yang diperoleh dari sel surya mengalir ke inverter dengan laju yang konstan, perlu memasang pengontrol muatan antara panel surya dan inverter.

- Hubungkan Baterai ke Inverter

Hubungkan terminal positif (+) baterai ke terminal positif (+) inverter dan terminal negative (-) baterai ke terminal negative (-) inverter. Di bagian belakang inverter, akan melihat posisi yang menunjukkan input DC 12V. Inverter perlu dimatikan untuk proses ini.

- Sambungkan Baterai Untuk Mengisi Daya Pengontrol

Pengontrol muatan memiliki terminal positif (+) dan negative (-) untuk baterai, hubungkan terminal positif (+) pengontrol muatan ke terminal positif baterai dan terminal negative (-) ke terminal negative baterai.

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Analisa Panel Surya Terhadap Efek Partial Shading

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dalam keadaan sebenarnya didapat nilai radiasi matahari, tegangan dari panel surya yang diujikan sehingga menghasilkan nilai efisiensi dari pengujian terhadap efek partial shading menggunakan media kardus. Pengujian ini dilakukan dalam tahap interval waktu pada pagi hari hingga menjelang sore hari, dari hasil yang sudah di uji dalam pengukuran melalui avometer analog yang didapat pada interval waktu 10.00 wib, indicator pada monitoring digital inverter menunjukkan tegangan input pada panel memiliki tegangan sebesar $42.5 \ V_{dc}$ dengan tegangan AC_{ln} sebesar $0 \ V_{Ac}$, bisa dilihat di gambar 4.1. sebagai berikut.



Gambar 4.1. Indikator Inverter Panel Surya

Dari perhitungan dengan mengacu pada indikator inverter pada gambar 4.1. menunjukkan tegangan keluaran sebesar 31.9 V_{DC} , maka perhitungan dari analisa untuk menentukan tegangan keluaran pada saat efek partial shading, sebagai persamaan dalam jumlah panel ditentukan dari jurnal yang telah dipaparkan dan dijelaskan antara jumlah 48 cell dan 24 cell , sebagai berikut.

 Persamaan I yaitu jumlah dari panel surya sebesar 48 cell, vaitu :

$$V_{Partial} = \frac{2}{3}x \frac{\text{Jumlah cells Panel Surya 900 WP}}{\text{Vout}}$$

$$= \frac{2}{3}x \frac{216}{31.9 \text{ V}} = 4.51 \text{ V}$$

$$P_{Partial} = V_{partial} \times I_{out}$$

$$= 4.51 \text{ v x 5.2 A}$$

$$= 23.45 \text{ W}$$

 Persamaan II yaitu jumlah dari panel surya sebesar 24 cell, vaitu :

$$V_{Partial} = \frac{1}{3}x \frac{\text{Jumlah cells Panel Surya 900 WP}}{\text{Vout}}$$

$$= \frac{1}{3}x \frac{216}{31.9 \text{ V}} = 2.57 \text{ V}$$

$$P_{Partial} = V_{partial} \times I_{out}$$

$$= 2.57 \text{ v x } 5.2 \text{ A}$$

$$= 13.36 \text{ W}$$

4.2. Perhitungan Pada Hari Pertama Half off grid Menggunakan Media Kardus

Dari hasil perhitungan yang telah dibuat maka saat terjadinya efek partial shading pada waktu interval 11.00 wib. Tegangan pada partial memberikan hasil sebesar 9.86 Vdc pada tegangan partialnya dan daya dari partial yang dihasilkan sebesar 44.37 W. dari uji penelitian yang telah dilakukan dari waktu interval 08.00 wib saat radiasi matahari tertuju pada solar cell yang ada di desa peseseh hingga waktu 16.00 wib. Maka dapat dilihat dari tabel 4.1. yang telah dibuat pada hari pertama saat pengukuran panel surya terhadap efek partial sebagai berikut.

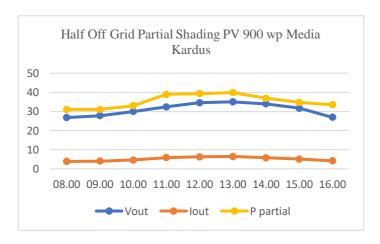
Dari tabel 4.1. pada interval radiasi matahari menunjukkan pukul 12.00 wib mempunyai tegangan keluaran sebesar 34.6 V dan memiliki hasil arus sementara sebesar 6.3 A, efek tegangan partial memiliki tegangan sebesar 6,24 v dan efek pada daya partial sebesar 39,3 watt, dan tegangan keluaran yang paling rendah dalam pengukuran terjadi pada interval radiasi matahari di pukul 08.00 wib yang memiliki tegangan keluaran sebesar 26.8 v dan memiliki arus sementara sebesar 3.85 A, efek partial terhadap media kardus

menghasilkan tegangan sebesar 8,06 v dan efek partial terhadap daya sebesar 31,03 watt.

Tabel 4.1. Pengukuran pada hari pertama half off grid terhadap efek partial shading

| No. | Waktu Interval | Vout | Iout | Ppartial |
|-----|----------------|----------|--------|----------|
| 1 | 08.00 | 26,8 v | 3,85 A | 31,03 w |
| 2 | 09.00 | 27,8 v | 4 A | 31,08 w |
| 3 | 10.00 | 29, 92 v | 4,57 A | 32.9 w |
| 4 | 11.00 | 32,4 v | 5,84 A | 38.9 w |
| 5 | 12.00 | 34,6 v | 6,3 A | 39.3 w |
| 6 | 13.00 | 35,01 v | 6,46 A | 38,85 w |
| 7 | 14.00 | 33,98 v | 5,81 A | 36,89 w |
| 8 | 15.00 | 31,68 v | 5,1 A | 34,73 w |
| 9 | 16.00 | 26,95 v | 4,18 A | 33,48 w |

Sebagai acuan pada tabel akan dimuat dalam bentuk grafik sehingga hasil yang telah dilakukan dalam perhitungan menggunakan avometer bisa dilihat volatile pada interval dan tegangan yang dihasilkan, sebagai berikut.



Gambar 4.2. Hari Pertama Pengukuran dan Perhitungan

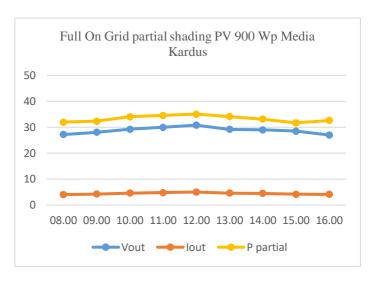
4.3. Perhitungan Pada Hari Kedua Full On Grid Menggunakan Media Kardus

Dari hasil perhitungan pada hari pertama sudah diketahui hasil dari jumlah interval yang diketahui pada interval radiasi matahari yang dilakukan mulai pukul 08.00 wib hingga 16.00 wib. Dengan pengukuran menggunakan avometer pada tiap 1 jam saat dilakukan pengukuran dengan menggunakan media kardus, cuaca dan kondisi saat hari pertama, matahari cerah dan Nampak sehingga pengukuran dapat dilakukan secara maksimal sehingga mendapatkan hasil yang baik dalam menentukan Vmp dan Imp dari tegangan dan arus pada panel surya sebesar 900 wp.

Tabel 4.2. Pengukuran pada hari kedua full on grid terhadap efek partial shading

| No. | Waktu Interval | Vout | Iout | Ppartial |
|-----|----------------|---------|--------|----------|
| 1 | 08.00 | 27,2 v | 4.02 A | 31,92 w |
| 2 | 09.00 | 28,05 v | 4.2 A | 32,3 w |
| 3 | 10.00 | 29,25 v | 4,61 A | 34,04 w |
| 4 | 11.00 | 30 v | 4,8 A | 34,56 w |
| 5 | 12.00 | 30,8 v | 5 A | 35,06 w |
| 6 | 13.00 | 29,15 v | 4,6 A | 34,08 w |
| 7 | 14.00 | 29 v | 4,45 A | 33,14 w |
| 8 | 15.00 | 28,5 v | 4,18 A | 31,68 w |
| 9 | 16.00 | 27 v | 4,08 A | 32,64 w |

Dari tabel 4.2. pada interval radiasi matahari menunjukkan pukul 12.00 wib mempunyai tegangan keluaran sebesar 30.8 V dan memiliki hasil arus sementara sebesar 5 A, efek tegangan partial memiliki tegangan sebesar 7,01 v dan efek pada daya partial sebesar 35,06 watt, dan tegangan keluaran yang paling rendah dalam pengukuran terjadi pada interval radiasi matahari di pukul 15.00 wib yang memiliki tegangan keluaran sebesar 28,5 v dan memiliki arus sementara sebesar 4,18 A, efek partial terhadap media kardus menghasilkan tegangan sebesar 7,57 v dan efek partial terhadap daya sebesar 31,68 watt. Sebagai acuan pada tabel akan dimuat dalam bentuk grafik sehingga hasil yang telah dilakukan dalam perhitungan menggunakan avometer bisa dilihat volatile pada interval dan tegangan yang dihasilkan sebagai berikut.



Gambar 4.3. Hari Kedua Pengukuran dan Perhitungan

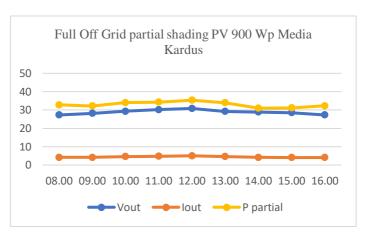
4.4. Perhitungan Pada Hari Ketiga Full Off Grid Menggunakan Media Kardus

Dari hasil perhitungan pada hari kedua sudah diketahui hasil dari jumlah interval yang diketahui pada interval radiasi matahari yang dilakukan mulai pukul 08.00 wib hingga 16.00 wib. Dengan pengukuran menggunakan avometer pada tiap 1 jam saat dilakukan pengukuran dengan menggunakan media trashbag, cuaca dan kondisi saat hari kedua, matahari tidak begitu cerah seperti hari sehingga pengukuran ada perubahan dari hari pertama, akan tetapi pengukuran saat itu masih tetap flat dan stabil dari perbandingan pada hari pertama sehingga masih mendapatkan hasil cukup baik dan masih dapat ditentukan oleh Vmp dan Imp pada panel surya sebesar 900 wp.

Tabel 4.3. Pengukuran pada hari ketiga Full off grid terhadap efek partial shading

| No. | Waktu Interval | Vout | Iout | Ppartial |
|-----|----------------|---------|--------|----------|
| 1 | 08.00 | 27,3 v | 4.15 A | 32.82 w |
| 2 | 09.00 | 28,20 v | 4.2 A | 32,17w |
| 3 | 10.00 | 29,29 v | 4,61 A | 33.9 w |
| 4 | 11.00 | 30,2 v | 4,8 A | 34,3 w |
| 5 | 12.00 | 29,25 v | 5,05 A | 35,3 w |
| 6 | 13.00 | 28,9 v | 4,6 A | 33,06 w |
| 7 | 14.00 | 28,9 v | 4,15 A | 31,01 w |
| 8 | 15.00 | 28,5 v | 4,11 A | 31,11 w |
| 9 | 16.00 | 27,3 v | 4,08 A | 32,28 w |

Dari tabel 4.3. pada interval radiasi matahari menunjukkan pukul 12.00 wib mempunyai tegangan keluaran sebesar 29.25 V dan memiliki hasil arus sementara sebesar 5,05 A, efek tegangan partial memiliki tegangan sebesar 7 v dan efek pada daya partial sebesar 35,3 watt, dan tegangan keluaran yang paling rendah dalam pengukuran terjadi pada interval radiasi matahari di pukul 14.00 wib yang memiliki tegangan keluaran sebesar 28,9 v dan memiliki arus sementara sebesar 4.15 A, efek partial terhadap media kardus menghasilkan tegangan sebesar 7,47 v dan efek partial terhadap daya sebesar 31,01 watt. Sebagai acuan pada tabel akan dimuat dalam bentuk grafik sehingga hasil yang telah dilakukan dalam perhitungan menggunakan avometer bisa dilihat volatile pada interval dan tegangan yang dihasilkan, sebagai berikut.



Gambar 4.4. Hari Ketiga Pengukuran Dan Perhitungan

4.5 Perhitungan Pada Hari Keempat Half On Grid Menggunakan Media Kardus

Dari hasil perhitungan pada hari ketiga sudah diketahui hasil dari jumlah interval yang diketahui pada interval radiasi matahari yang dilakukan mulai pukul 08.00 wib hingga 16.00 wib. Dengan pengukuran menggunakan avometer pada tiap 1 jam saat dilakukan pengukuran dengan menggunakan media trashbag, cuaca dan kondisi saat hari ketiga, matahari tidak begitu cerah dan sedikit mendung sehingga pengukuran ada perubahan dari hari kedua, akan tetapi pengukuran saat itu masih beragam dan masih sesuai dengan pattern di hari pertama dari perbandingan pada hari pertama sehingga masih mendapatkan hasil yang cukup baik pada Vmp dan Imp pada panel surya sebesar 900 wp.

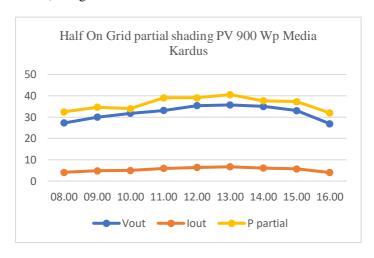
Dari tabel 4.4. pada interval radiasi matahari menunjukkan pukul 13.00 wib mempunyai tegangan keluaran sebesar 35.7 V dan memiliki hasil arus sementara sebesar 6.7 A, efek tegangan partial memiliki tegangan sebesar 6.05 v dan efek pada daya partial sebesar 40,53 watt, dan tegangan keluaran yang paling rendah dalam pengukuran terjadi pada interval radiasi matahari di pukul 16.00 wib yang memiliki tegangan keluaran sebesar 26.9 v dan memiliki arus sementara sebesar 3.98 A, efek partial terhadap media kardus

menghasilkan tegangan sebesar 8.03 v dan efek partial terhadap daya sebesar 31,95 watt.

Tabel 4.4. Pengukuran Pada Hari Keempat Half On Grid Terhadap Efek Partial Shading

| No. | Waktu Interval | Vout | Iout | Ppartial |
|-----|----------------|---------|--------|----------|
| 1 | 08.00 | 27,3 v | 4.1 A | 32.43 w |
| 2 | 09.00 | 29.95 v | 4.8 A | 34.6 w |
| 3 | 10.00 | 31.8 v | 5 A | 33.95 w |
| 4 | 11.00 | 33.1 v | 5.98 A | 38.99 w |
| 5 | 12.00 | 35.4 v | 6.4 A | 39.04 w |
| 6 | 13.00 | 35.7 v | 6.7 A | 40.53 w |
| 7 | 14.00 | 35.01 v | 6.1 A | 37.64 w |
| 8 | 15.00 | 33.05 v | 5.7 A | 37.2 w |
| 9 | 16.00 | 26.9 v | 3.98 A | 31.95 w |

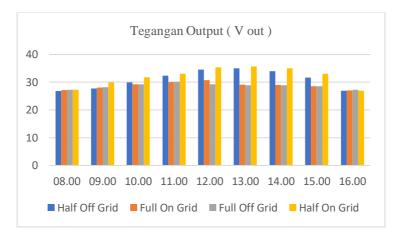
Sebagai acuan pada tabel akan dimuat dalam bentuk grafik sehingga hasil yang telah dilakukan dalam perhitungan menggunakan avometer bisa dilihat volatile pada interval dan tegangan yang dihasilkan, sebagai berikut.



Gambar 4.5. Hari Keempat Pengukuran dan Perhitungan

4.6. Perbandingan data

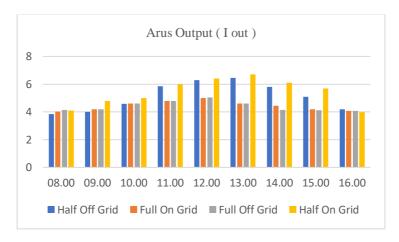
Dari hasil perhitungan pada keempat hari tersebut sudah diketahui hasil dari jumlah interval yang diketahui pada interval radiasi matahari yang dilakukan mulai pukul 08.00 wib hingga 16.00 wib. Dengan pengukuran menggunakan avometer pada tiap 1 jam saat dilakukan pengukuran dengan menggunakan media kardus, cuaca dan kondisi saat hari keempat, matahari tidak begitu cerah dan berawan mendung sehingga pengukuran tidak maksimal, akan tetapi pengukuran saat itu beragam sehingga hasil yang didapat bisa dilihat dikedua persamaan tabel dan grafik. Dari hasil pengukuran saat dilakukan dari hari pertama hingga hari keempat memiliki perbedaan hasil dari persamaan antara Vout dan Iout serta P partial, sehingga dapat ditentukan peak pada tegangan dan arus serta tegangan partial dan daya pada partial, sehingga bisa dilihat sebagai gambar berikut dari hasil pengukuran dan analisa menggunakan media kardus.



Gambar 4.6. Perbandingan V out

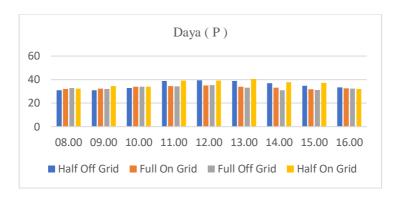
Dari hasil perhitungan tegangan selama 4 hari sudah diketahui hasil dari jumlah interval yang diketahui pada interval radiasi matahari yang dilakukan mulai pukul 08.00 wib hingga 16.00 wib. Dengan pengukuran menggunakan avometer pada tiap 1 jam saat dilakukan pengukuran dengan menggunakan media kardus, tegangan keluar (Vout) paling besar dihasilkan oleh half on grid yang

menghasilkan tegangan keluaran sampai 35,7v di pukul 12.00 WIB dan yang paling kecil adalah full off grid yang hanya menghasilkan tegangan keluaran maksimumnya diangka 30,2v di pukul 11.00 WIB.



Gambar 4.7. Perbandingan I out

Dari hasil perhitungan arus selama 4 hari sudah diketahui hasil dari jumlah interval yang diketahui pada interval radiasi matahari yang dilakukan mulai pukul 08.00 wib hingga 16.00 wib. Dengan pengukuran menggunakan avometer pada tiap 1 jam saat dilakukan pengukuran dengan menggunakan media kardus, arus keluaran (Iout) paling besar dihasilkan oleh half on grid yang menghasilkan tegangan keluaran sampai 6,7A di pukul 13.00 WIB dan yang paling kecil adalah full off grid yang hanya menghasilkan arus keluaran maksimumnya diangka 4,08A di pukul 16.00 WIB.



Gambar 4.8. Perbandingan Daya

Dari hasil perhitungan arus selama 4 hari sudah diketahui hasil dari jumlah interval yang diketahui pada interval radiasi matahari yang dilakukan mulai pukul 08.00 wib hingga 16.00 wib. Dengan pengukuran menggunakan avometer pada tiap 1 jam saat dilakukan pengukuran dengan menggunakan media kardus, Daya (P) paling besar dihasilkan oleh half on grid yang menghasilkan tegangan keluaran sampai 40,53W di pukul 13.00 WIB dan yang paling kecil adalah full off grid yang hanya menghasilkan daya maksimumnya diangka 31,11W di pukul 08.00 WIB.

Tabel 4.5 Pengukuran Hari Pertama Solar Cell Normal

| No. | Waktu Interval | Vout | Iout | P |
|-----|----------------|--------|-------|---------|
| 1 | 08.00 | 40,2v | 5,78A | 46,55 w |
| 2 | 09.00 | 41,7v | 6A | 46,62 w |
| 3 | 10.00 | 44,88v | 6,86A | 49,35 w |
| 4 | 11.00 | 48,6v | 8,76A | 58,35 w |
| 5 | 12.00 | 51,9v | 9,45A | 59,95 w |
| 6 | 13.00 | 52,52v | 9,69A | 58,28 w |
| 7 | 14.00 | 50,97v | 8,72A | 55,34 w |
| 8 | 15.00 | 47,52v | 7,65A | 52,1 w |
| 9 | 16.00 | 40,43v | 6,27A | 50,22 w |

Tabel 4.6 Pengukuran Hari Kedua Solar Cell Normal

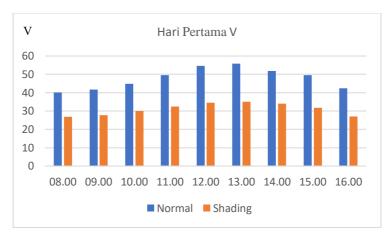
| No. | Waktu Interval | Vout | Iout | P |
|-----|----------------|-------|-------|---------|
| 1 | 08.00 | 41,1v | 5,6A | 47,55 w |
| 2 | 09.00 | 42,4v | 6.2A | 48,92 w |
| 3 | 10.00 | 44,9v | 6,88A | 49,75 w |
| 4 | 11.00 | 49,6v | 8,89A | 59,25 w |
| 5 | 12.00 | 54,7v | 10,1A | 60,5 w |
| 6 | 13.00 | 55,8v | 10,2A | 60,88 w |
| 7 | 14.00 | 51,9v | 8,9A | 56,34 w |
| 8 | 15.00 | 49,5v | 7,89A | 52,7 w |
| 9 | 16.00 | 42,4v | 6,5A | 50,8 w |

Tabel 4.7 Pengukuran Hari Ketiga Solar Cell Normal

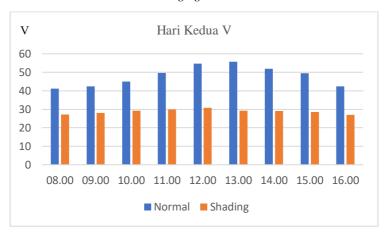
| No. | Waktu Interval | Vout | Iout | P |
|-----|----------------|--------|-------|---------|
| 1 | 08.00 | 40,12v | 5,3A | 46,5 w |
| 2 | 09.00 | 42,45v | 6.3A | 46,95 w |
| 3 | 10.00 | 44,9v | 6,88A | 49,75 w |
| 4 | 11.00 | 48,67v | 8,5A | 58,1 w |
| 5 | 12.00 | 52,71v | 9,5A | 60,1 w |
| 6 | 13.00 | 53,8v | 9,7A | 60,15 w |
| 7 | 14.00 | 52,9v | 9A | 56 w |
| 8 | 15.00 | 47,5v | 6,9A | 51,9 w |
| 9 | 16.00 | 43,4v | 6,6A | 51 w |

Tabel 4.8 Pengukuran Hari Keempat Solar Cell Normal

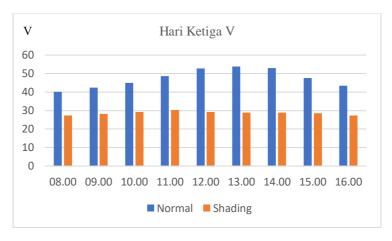
| No. | Waktu Interval | Vout | Iout | P |
|-----|----------------|--------|--------|---------|
| 1 | 08.00 | 42v | 5,7A | 47,95 w |
| 2 | 09.00 | 43,4v | 6.5A | 49,02 w |
| 3 | 10.00 | 45,1v | 6,92A | 49,98 w |
| 4 | 11.00 | 51,6v | 9,01A | 60,28 w |
| 5 | 12.00 | 56,5v | 10,8A | 61,2 w |
| 6 | 13.00 | 57,1v | 11,12A | 61,87 w |
| 7 | 14.00 | 53,2v | 9,41A | 59,12 w |
| 8 | 15.00 | 50,1v | 8,95A | 54,7 w |
| 9 | 16.00 | 44,26v | 6,73A | 52,1 w |



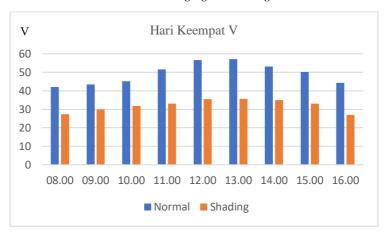
Gambar 4.9 Tegangan Hari Pertama



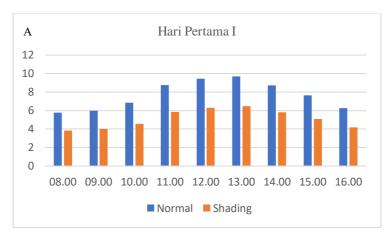
Gambar 4.10 Tegangan Hari Kedua



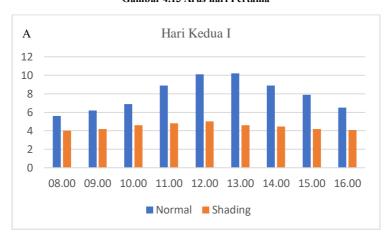
Gambar 4.11 Tegangan Hari Ketiga



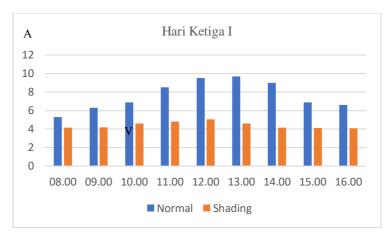
Gambar 4.12 Tegangan Hari Keempat



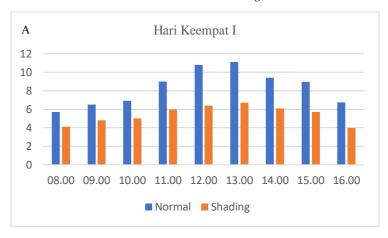
Gambar 4.13 Arus hari Pertama



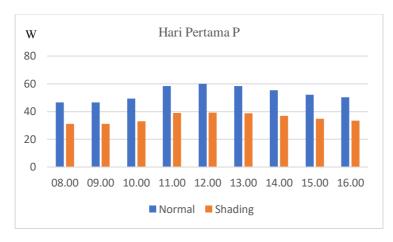
Gambar 4.14 Arus Hari Kedua



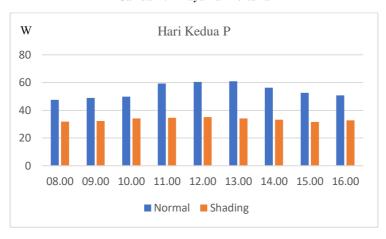
Gambar 4.15 Arus Hari Ketiga



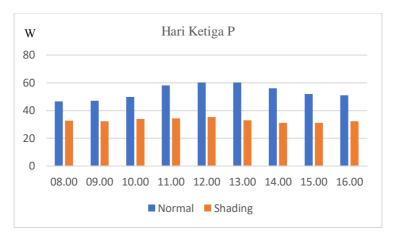
Gambar 4.16 Arus Hari Keempat



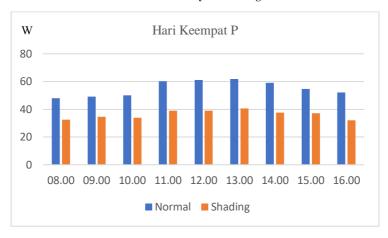
Gambar 4.17 Daya Hari Pertama



Gambar 4.18 Daya Hari Kedua



Gambar 4.19 Daya Hari Ketiga



Gambar 4.20 Daya Hari Keempat



Gambar 4.21. Panel Surya 900 Wp Terhadap Efek Partial Shading Media Kardus, Kondisi Cuaca Panas dan Berawan



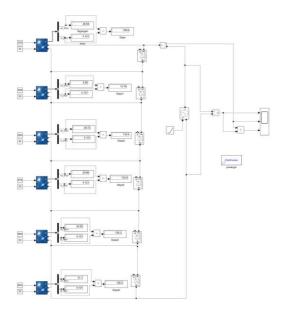
Gambar 4.22. Panel Surya 900 Wp Terhadap Efek Partial Shading Media Kardus, Saat Kondisi Cuaca Mendung



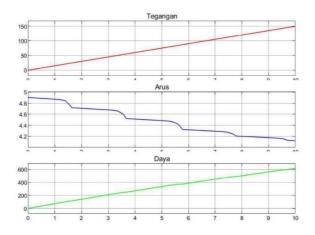
Gambar 4.23. Pengukuran Tegangan Menggunakan Avometer



Gambar 4.24. Indikator Pada Inverter



Gambar 4.25 Permodelan Simulasi



Gambar 4.26. Permodelan Berupa Grafik

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

BAB V PENUTUPAN

5.1. KESIMPULAN

Dari percobaan yang telah dilakukan pada Tugas Akhir ini, maka dapat disimpulkan bahwa pengaruh temperature dan radiasi panas matahari terhadap sel surya sangat berpengaruh terhadap penurunan tegangan dan banyak faktor yang mempengaruhi panel surya seperti efek partial shading terhadap panel surya dengan kapasitas 900 Wp, intesitas cahaya dan letak matahari yang juga dapat mempengaruhi posisi sel surya. Luas penampang pada panel surya serta irradiasi dapat mempengaruhi tegangan dan daya input pada panel surya, Efisiensi yang dimiliki pada panel surya sebesar 0,0032%, daya laju waktu pengisian sebesar 701,891/s, luas penampang sebesar 594,96 m², energi pada beban sebesar 892,5 Wh. Pengukuran pada tegangan dan arus menggunakan alat ukur avometer dan tang meter.

5.2. SARAN

Panel surya memiliki banyak macam pada metode pengukuran dan analisa sebagai penunjang kemajuan teknologi, seperti halnya efek terhadap partial shading banyak hal pada panel surya terhalang dan berpengaruh dalam menentukan hasil saat tegangan masuk pada power storage, untuk menghindari hal yang seperti itu dan mendapatkan hasil yang maksimal harus dilakukan maintenance secara periodic berkelanjutan untuk meningkatkan kinerja panel surya dalam mensuplai kebutuhan listrik melalui energi matahari sesuai dengan apa yang dibutuhkan di home industri produksi batik tulis di Tanjung Bumi di desa Peseseh, Bangkalan-Madura.

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

DAFTAR PUSTAKA

- P. Ashwini Kumari, P. Geethanjali, "Parameter estimation for photovoltaic system under normal and partial shading conditions: A survey", Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 84,2018
- 2. Liqun Liu, Xiaoli Meng, Chunxia Liu,"A review of maximum power point tracking methods of PV power system at uniform and partial shading",Renewable and Sustainable Energy Reviews,Volume 53,2016.
- 3. IM. Kacira M. Simsek Y. Babur and S. Demirkol "Determining optimum tilt angles and orientations of photovoltaic panels" Renewable energy vol. 29 no. 8 pp. 1265-1275 2004.
- P. V. Belyaev, V. S. Mischenko, D. A. Podberezkin, and R. A. Em, "Estimation of photovoltaic module shading," 2016 Dyn. Syst. Mech. Mach. Dyn. 2016, pp. 2–6, 2017, doi: 10.1109/Dynamics.2016.7819119.
- 5. P. Bharadwaj and V. John, "Subcell modelling of partially shaded solar photovoltaic panels," 2017 IEEE Energy Convers. Congr. Expo. ECCE 2017, vol. 2017-Janua, pp. 4406–4413, 2017, doi: 10.1109/ECCE.2017.8096758.
- Andi Makkulau, Samsurizal, S., & Fikri, M. (2019). Pengaruh Intensitas Matahari Terhadap Karakteristik Sel Surya Jenis Polycristaline Menggunakan Regresi Linear. KILAT, 69-76.
- M. Davarifar A. Rabhi A. Hajjaji E. Kamal and Z. Daneshifar "Partial Shading Fault Diagnosis in PV System With Discrete Wavelet Transform (DWT)" Proc. 3rd International Conference on Renewable Energy Research and Applications pp. 810-814 2014.
- 8. Ar-rasyid, M. N. (2019). Analisis Pengaruh Koefisien Temperatur Terhadap Daya Keluaran Panel Surya. JAKARTA: STT-PLN.
- 9. A. Jannat M. F. Rahman and M. S. H. Khan "A Review study of Organic PV cell" IJSER vol. 4 no. 1 2013.
- Cahyono, G. R., Ansyah, P. R., & Munthaha, M. (2020).
 Pengaruh Variasi Kecepatan Hembusan Udara Terhadap

- Temperatur Daya Output dan Efisiensi Pada Pendinginan Panel Surya. Infotekmesin, 141-146.
- 11. Kayani, U. A. (2019). Effect of temperature and wind on PV Module's efficiency (Energy and Resource Utilization).
- Khwee, K. H. (2013). Pengaruh Temperatur Terhadap Kapasitas Daya Panel Surya (Studi Kasus Pontianak). ELKHA.
- Di Wei "Review: Dye-Sensitized Solar Cells" International Journal Mol. Science vol. 11 no. 3 pp. 1103-1113 2010.
- 14. M. Dhimish, "Assessing MPPT Techniques on Hot-Spotted and Partially Shaded Photovoltaic Modules: Comprehensive Review Based on Experimental Data," in *IEEE Transactions on Electron Devices*, vol. 66, no. 3, pp. 1 132-1144, March 2019, doi: 10.1109/TED.2019.2894009.
- Asrori, & Yudianto, E. (2019). Kajian Karakteristik Temperatur Permukaan Panel terhadap Performansi Instalasi Panel Surya Tipe Mono dan Polikrista. JURNAL TEKNIK MESIN UNTIRTA, 68-73.
- R. K. Pachauri *et al.*, "Impact of Partial Shading on Various PV Array Configurations and Different Modeling Approaches: A Comprehensive Review," in *IEEE Access*, vol. 8, pp. 181375-181403, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3028473
- 17. V. Bala Rau, *et al.*, "Power enhancement of solar PV arrays under partial shading conditions with reconfiguration methods," in Innovations in Power and Advanced Computing Technologies (i-PACT), 2019.
- 18. N. Kumar, B. Singh, and B.K. Panigrahi, "Integration of solar PV with low-voltage weak grid system: using maximize-M Kalman filter and self-tuned P&O algorithm," *IEEE Trans. Ind. Electron.*, Vol. 66, no. 11, pp. 9013–9022, 2019.
- R. K. Pachauri, I. Kansal, T. S. Babu and H. H. Alhelou, "Power Losses Reduction of Solar PV Systems Under Partial Shading Conditions Using Re-Allocation of PV Module-Fixed Electrical Connections," in *IEEE Access*,

- vol. 9, pp. 94789-94812, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3093954.
- 20. Aprilia, B. S., Zulfahmi, M. R., & Rizal, A. (2019). Investigasi Efek Partial Shading Terhadap Daya Keluaran Sel Surya. ELEMENTER.

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN



YAYASAN BRATA BHAKTI DAERAH JAWA TIMUR UNIVERSITAS BHAYANGKARA SURABAYA FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

Kampus: Jl. Ahmad Yani 114 Surabaya Telp. 031 - 8285602 , Fax. 031 - 8285601

FORM BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama: GALLYH PURNAMA OCHTAVYANTO

NIM: 1814111010

Judul Tugas Akhir

: ANALISIS PADA SOLAR CELL 900 WP TERHADAP EFEK PARTIAL

SHADING MENGGUNAKAN KARDUS

NIDN: 0020057701

Pembimbing 1: Dr. Amirullah, ST., MT.

Pembimbing 2:

NIDN:

| NO TANGGAL | CATATAN REVISI | ACC |
|------------|----------------------------|------|
| 1 1/62023 | Bab I PLVIS | 127 |
| 2 3/62025 | Bab I OKE Bab I REVIS | I to |
| 3 5/62023 | Bab II. Oke Bab III Revisi | 1 |
| 1 15/62023 | Bas III Revis | 1 |
| 20/62023 | Bab II OKE Bab IV Kevisi | 7 |
| 22/62023 | Bab IV Revisi | + |
| | Bab IV REVISABORD V REVIS | 1 |
| 2/7 2023 | Bab V dan Bab V oke | 1 |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

Surabaya, 17 Oktober 2022

Disetujui pada tanggal:

untuk mengikuti ujian: Proposal / Tugas Akhir*) Dosen pembimbing 1

Dr. Amhrullah, ST., MT.

Disetujui pada tanggal :

untuk mengikuti ujian: Proposal /

Tugas Akhir*) Dosen pembimbing 2, HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

PROFIL PENULIS



Nama : Gallyh Purnama O.

NIM : 181411010

TTL : Surabaya. 24 Oktober 2000

Email : gallyhpurnama14@gmail.com

Penulis Menempuh Pendidikan di SD Negeri Rungkut menanggal 1 Surayabaya, SMP Negeri 35 Surabaya, SMA Dharma Wanita Surabaya kemudian di universitas Bhayangkara Surabaya dan Menempuh Tugas Akhir dengan Judul ANALISIS PADA SOLAR CELL 900 WP TERHADAP EFEK PARTIAL SHADING MENGGUNAKAN KARDUS FULL BLACK HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN



YAYASAN BRATA BHAKTI DAERAH JAWA TIMUR UNIVERSITAS BHAYANGKARA SURABAYA **FAKULTAS TEKNIK**

Jl. Ahmad Yani 114 Surabaya Telp. 031 - 8285602 , Fax. 031 - 8285601

SURAT TUGAS

Nomor : TUG / 42./FTK/10/2022

- Pertimbangan: a. Bahwa dalam rangka kelancaran pelaksanaan bimbingan tugas akhir mahasiswa Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Bhayangkara Surabaya.
 - Bahwa sehubungan dengan hal tersebut diatas maka dipandang perlu untuk mengeluarkan Surat Tugas ini.

Dasar

- : a. Peraturan Menteri Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi Nomor 17 Tahun 2013 tentang Jabatan Fungsional dan Angka Kreditnya, sebagaimana telah diubah dengan Peraturan Menteri Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi Nomor 46 Tahun 2013.
 - b. Buku Pedoman Akademik Universitas Bhayangkara Surabaya Tahun Akademik 2021 / 2022.
 - c. Kurikulum Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Bhayangkara Surabaya.

DITUGASKAN

Kepada

: Dr. Amirullah., ST., MT. (Pembimbing tunggal)

Untuk

- a. Membimbing tugas akhir mahasiswa Program Studi Teknik Elektro FREHIDIMDING TUGAS AKNIF MANASSANA PROGRAM STUDI TEKNIK Elektro Fakultas Teknik Universitas Bhayangkara Surabaya atas nama GALLYH PURNAMA OCHTAPYANTO (1814111010) berjudul ANALISIS PADA SOLAR 900WP TERHADAP EFEK PARTIAL SHADING MENGGUNAKAN KARDUS.
- b. Melaksanakan tugas ini dengan seksama dan penuh rasa tanggung
- c. Tugas ini berlaku sejak tanggal ditetapkan sampai selesainya kegiatan.

Selesai.

Dikeluarkan Di: Surabaya Pada Tanggal : 18 Oktober 2022

nmad Ghozi, S.T., M.T.