

SKRIPSI

**ANALISA TENAGA SURYA TERKONSENTRASI
PADA KONVERSI CAHAYA SINAR MATAHARI
MENJADI ENERGI LISTRIK TERHADAP SUPLAI AIR**



OLEH

ARSYDIN SINATRYA AL ANSHARI

MUH. ALIM IHSAN

105 821 1128 18

105 821 1008 18

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

2023



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : **ANALISA TENAGA SURYA TERKONSENTRASI PADA KONVERSI CAHAYA SINAR MATAHARI MENJADI ENERGI LISTRIK TERHADAP SUPLAI AIR**

Nama : 1. Arsydin Sinatrya Al Anshari
2. Muh. Alim Ihsan

Stambuk : 1. 105821112818
2. 105821100818

Makassar, 21 Agustus 2023

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing:

Pembimbing I

Rizal Ahdiyati Duto, S.T., M.T

Pembimbing II

Dr. Ir. Hj. Hafsah Nirwana, M.T

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Elektro

Ir. Adriani, S.T., M.T., IPM

NBM : 1044 202



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

Skripsi atas nama **Arsydin Sinatrya Al Anshari** dengan nomor induk Mahasiswa 105821112818 dan **Muh. Alim Ihsan** dengan nomor induk Mahasiswa 105821100818, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0008/SK-Y/20201/091004/2023, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu, 19 Agustus 2023.

Panitia Ujian :

1. Pengawas Umum

Makassar,

4 Shafar 1445 H

21 Agustus 2023 M

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Prof. Dr. H. Ambo Asse, M.Ag

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Prof. Dr. Eng. Muhammad Isran Ramli, S.T., M.T., ASEAN, Eng

2. Penguji

a. Ketua : Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc

b. Sekretaris : Anugrah, ST., MM

3. Anggota

1. Dr. Umar Katu, S.T., M.T

2. Dr. Eng. Ir. H. Zulfajri Basri Hasanuddin, M. Eng

3. Ir. Adriani, S.T., M.T., IPM

Mengetahui :

Pembimbing I

Rizal Ahdiyut Duto, S.T., M.T

Pembimbing II

Dr. Ir. Hj. Hafsa Nirwana, M.T

Dekan



Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, S.T., M.T., IPM

NBM : 795 108

ABSTRAK

Abstrak : Arsydin Sinatrya Al Ansari dan Muh. Alim Ihsan (2023) Analisis Tenaga Surya Terkonsentrasi Konversi Cahaya Sinar Matahari Menjadi Energi Listrik Terhadap Suplai Air dibimbing oleh Ibu. DR. Ir. Hafsah Nirwana, M.T. Rizal A Duyo, S.T., M.T. Saat ini Teknologi Listrik Tenaga Surya (Solar Energi Sistem) menjadi salah satu cara yang dapat mengatasi hambatan tentang suplai air. Di wilayah tropis, cahaya matahari dapat diperoleh secara cuma-cuma sepanjang tahun, di mana saja, di tempat terpencil sekalipun. Sehingga walaupun tempat-tempat terpencil yang sulit akan jaringan listrik PLN atau sudah mempunyai generator set tapi sulit mendapat suplai BBM, maka pemanfaatan Teknologi Listrik Tenaga Surya untuk menggerakkan pompa air sangatlah ideal. Adapun tujuan dari pada penelitian ini adalah dapat mengetahui langkah – langkah untuk pengembangan dan pemanfaatan pembangkit listrik tenaga surya sebagai penyuplai energi skala kecil untuk sistem pompa air, dan dapat mengetahui cara agar ketersediaan air dalam tangki air selalu terjaga. Metode yang dipergunakan pada penelitiann ini adalah mengadakan penelitian dan pengambilan data di Jl. Sultan Alauddin No. 259 Gunung Sari kecamatan Rappocinai kata Makassar. Hasil yang didapatkan pada penelitian ini adalah. Berdasarkan hasil pengujian maka di dapatkan Lama Waktu Pemakaian Energi pada Beban yang rata –rata pemakaian tanpa penghisapan 26 menit 6 detik dan dengan penghisapan 17 menit 33 detik, yang Besar pemakaian Optimalnya tergantung pada Besarnya Daya Pada Panel Surya seta Besarnya Penyimpanan Energi tersebut dalam hal ini yaitu Battery atau ACCU. Dengan menggunakan water level control maka air dalam tangki air dapat terjaga ketersediaannya.

Kata kunci ; Fotovoltaik, Energi, Listrik Dan Pompa Air

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena Rahmat dan HidayahNya sehingga penulis dapat menyusun skripsi ini, dan dapat kami selesaikan dengan baik.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah persyaratan akademik yang harus ditempuh dalam rangka penyelesaian program studi pada Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Adapun judul tugas akhir adalah : “Analisis Tenaga Surya Terkonsentrasi Konversi Cahaya Sinar Matahari Menjadi Energi Listrik Terhadap Suplai Air”

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan-kekurangan, hal ini disebabkan penulis sebagai manusia biasa tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan baik itu ditinjau dari segi teknis penulis maupun dari perhitungan-perhitungan. Oleh karena itu penulis menerima dengan ikhlas dan senang hati segala koreksi serta perbaikan guna penyempurnaan tulisan ini agar kelak dapat bermanfaat.

Skripsi ini dapat terwujud berkat adanya bantuan, arahan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan segalan ketulusan dan kerendahan hati, kami mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Ibu DR. Ir. Hj. Nurnawaty, S.T., M.T. sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

2. Ibu Adriani, ST, MT., sebagai Ketua Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Ibu. DR. Ir. Hafsah Nirwana, M.T. Selaku Pembimbing I dan Bapak Rizal A Duyo, ST, MT, selaku Pembimbing II, yang telah banyak meluangkan waktunya dalam membimbing kami.
4. Bapak dan Ibu Dosen serta staf Pegawai pada Fakultas Teknik atas segala waktunya telah mendidik dan melayani penulis selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
5. Ayahanda dan Ibunda yang tercinta, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala limpahan kasih sayang, doa dan pengorbanan terutama dalam bentuk materi dalam menyelesaikan kuliah.
6. Saudara-saudaraku serta rekan-rekan Mahasiswa Fakultas Teknik terkhusus angkatan 2018 yang dengan keakraban dan persaudaraan banyak membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga semua pihak tersebut di atas mendapat pahala yang berlipat ganda di sisi Allah SWT dan skripsi yang sederhana ini dapat bernabfaat bagi penulis, rekan-rekan, masyarakat serta bangsa dan Negara. Amin.

Makassar, Agustus 2023

Penyusun

DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PENGESAHAN | ii |
| ABSTRAK | iii |
| KATA PENGANTAR | iv |
| DAFTAR ISI | vi |
| DAFTAR TABEL..... | viii |
| DAFTAR GAMBAR..... | ix |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| A. Latar Belakang | 1 |
| B. Rumusan Masalah | 2 |
| C. Tujuan Penelitian..... | 2 |
| D. Batasan Masalah..... | 2 |
| E. Manfaat Penelitian | 3 |
| F. Metode Penelitian | 3 |
| G. Sistematika Penulisan..... | 4 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | |
| A. Energi Surya..... | 5 |
| B. Pembangkit Listrik Tenaga Surya | 22 |
| C. Solar Charga Controller..... | 37 |
| D. Sejarah Awal Inovasi Inverter..... | 39 |
| E. Pompa | 45 |
| F. Kontrol Level Tangki Air | 48 |

BAB III METODE PENELITIAN

| | |
|--------------------------------------|----|
| A. Waktu dan Tempat Penelitian | 50 |
| B. Alat dan Bahan | 50 |
| C. Metode Penelitian..... | 51 |
| D. Flowchart..... | 52 |
| E. Teknik Pengumpulan Data | 52 |
| F. Metode Analisis Data..... | 53 |

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

| | |
|--|----|
| A. Hasil Pengujian dan Pembahasan..... | 54 |
|--|----|

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

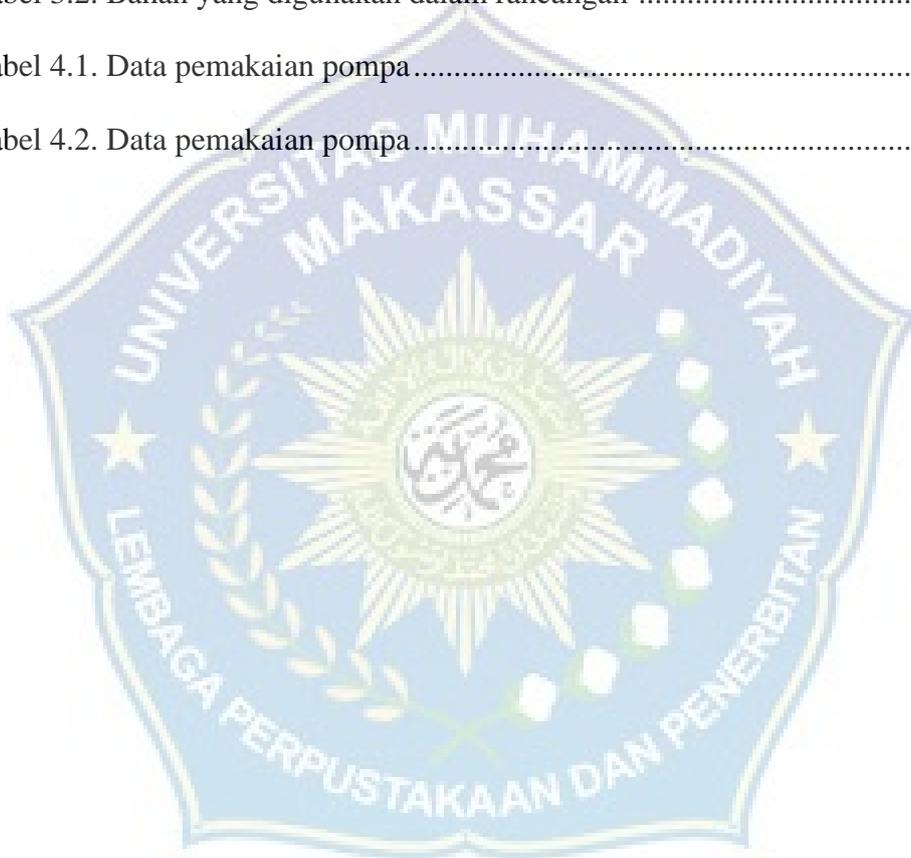
| | |
|---------------------|----|
| A. Kesimpulan | 59 |
| B. Saran | 59 |

DAFTAR PUSTAKA



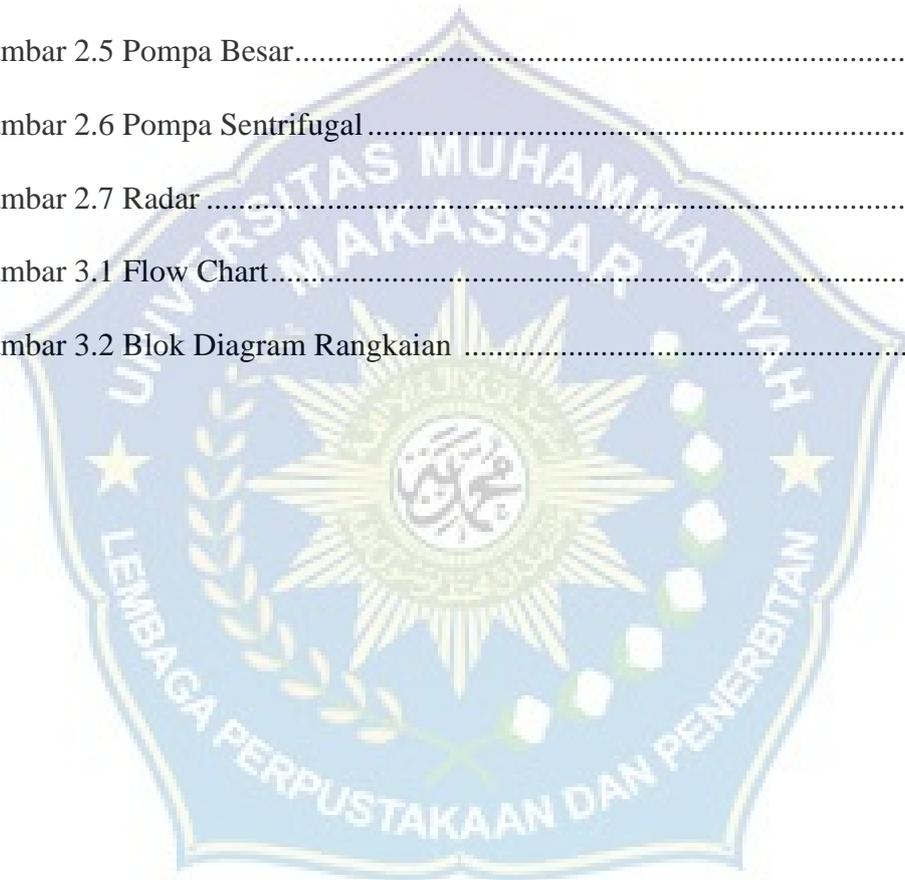
DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|--|---------|
| Tabel 2.1. Konsumsi Energi Manusia | 8 |
| Tabel 2.2. Daftar Harga Pompa Air Besrta Spesifikasinya..... | 48 |
| Tabel 3.1. Peralatan yang digunakan dalam rancangan | 50 |
| Tabel 3.2. Bahan yang digunakan dalam rancangan | 51 |
| Tabel 4.1. Data pemakaian pompa | 55 |
| Tabel 4.2. Data pemakaian pompa | 58 |



DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2.1 Energi dari matahari | 6 |
| Gambar 2.2 Mangkuk Surya | 20 |
| Gambar 2.3 Solar Cell..... | 29 |
| Gambar 2.4 Komponen Solar System..... | 35 |
| Gambar 2.5 Pompa Besar..... | 46 |
| Gambar 2.6 Pompa Sentrifugal..... | 47 |
| Gambar 2.7 Radar | 49 |
| Gambar 3.1 Flow Chart..... | 52 |
| Gambar 3.2 Blok Diagram Rangkaian | 52 |



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Air adalah salah satu kebutuhan dasar manusia, baik untuk keperluan hidup sehari-hari dari kebutuhan untuk minum dan masak, keperluan sanitasi, dan untuk kebutuhan yang menunjang agrobisnis dan proses produksi.

Ketersediaan air yang memenuhi syarat untuk memenuhi kebutuhan masyarakat tersebut di atas, sering menjadi masalah, terutama pada daerah yang sumber air permukaannya sangat terbatas, atau air bawah tanahnya sangat dalam.

Meskipun teknologi dan peralatan pompa untuk memperoleh air telah tersedia dan mudah diperoleh, tetapi pada daerah-daerah tertentu, ketersediaan tenaga penggerak pompa sering menjadi kendala, misalnya karena ketiadaan jaringan listrik PLN atau pada daerah yang sudah mampu menyediakan generator set (genset) tetapi sulit mendapat suplai BBM.

Saat ini Teknologi Listrik Tenaga Surya (Solar Energi Sistem) menjadi salah satu cara yang dapat mengatasi hambatan tersebut di atas. Di wilayah tropis, cahaya matahari dapat diperoleh secara cuma-cuma sepanjang tahun, di mana saja, di tempat terpencil sekalipun.

Sehingga walaupun tempat-tempat terpencil yang sulit akan jaringan listrik PLN atau sudah mempunyai generator set tapi sulit mendapat suplai

BBM, maka pemanfaatan Teknologi Listrik Tenaga Surya untuk menggerakkan pompa air sangatlah ideal.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas maka dirumuskan beberapa masalah yang merupakan unsur-unsur penting dalam penelitian ini yaitu;

1. Bagaimana mengembangkan dan memanfaatkan pembangkit listrik tenaga surya sebagai penyuplai energi skala kecil untuk sistem pompa air ?
2. Bagaimana cara agar ketersediaan air di dalam tangki air selalu terjaga ?

C. Tujuan Penelitian

Dengan demikian tujuan dari penelitian ini adalah;

1. Dapat mengetahui langkah – langkah untuk pengembangan dan pemanfaatan pembangkit listrik tenaga surya sebagai penyuplai energi skala kecil untuk sistem pompa air.
2. Dapat mengetahui cara agar ketersediaan air dalam tangki air selalu terjaga.

D. Batasan Masalah

1. Pemanfaatan Teknologi Listrik Tenaga Surya untuk menggerakkan pompa air sangatlah ideal
2. pemanfaatan Teknologi Listrik Tenaga Surya untuk menggerakkan pompa air sangatlah ideal

E. Manfaat Penelitian

1. Walaupun tempat-tempat terpencil yang sulit akan jaringan listrik PLN atau sudah mempunyai generator set tapi sulit mendapat suplai BBM,
2. Pemanfaatan Teknologi Listrik Tenaga Surya untuk menggerakkan pompa air sangatlah ideal.

F. Metode Penelitian

Studi ini dimulai pada bulan Mei 2023 dan berlangsung hingga bulan Desember 2023. Lokasi penelitian dilaksanakan di Jalan Sultan Alauddin Nomor 259, di wilayah Kecamatan Rappocini, Kota Makassar

Pada penelitian ini kami menggunakan metode eksperimen. Metode eksperimental adalah pendekatan yang melibatkan pengumpulan data melalui percobaan yang di kendalikan secara sistematis.

Instrumen penelitian yakni perangkat yang digunakan untuk meraih informasi atau mengukur aspek-aspek tertentu dari variabel yang menjadi fokus dalam suatu penelitian. Dalam hal ini kami menggunakan multimeter, kalkulator dan stopwatch.

G. Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan pembahasan, penulis menyajikan pokok-pokok bahasan yang terdiri dari 5 bab, Uraian pokok bahasan adalah sebagai berikut :

- Bab I. Pendahuluan, yang terdiri dari latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penulisan, batasan masalah, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.
- Bab II. Tinjauan Pustaka, yang terdiri dari Energi Surya, Pembangkit Listrik Tenaga Surya, Solar Charge Controller, Sejarah Awal Inovasi Inverter, Pompa, DAN Kontrol Level Tangki Air
- Bab III, Metodologi Penelitian, yang membahas tentang waktu, tempat dan alur serta metode penelitian
- Bab IV. Hasil Penelitian dan Pembahasan, yang terdiri dari, Hasil Perancangan dan Pengujian dan Pembahasan
- Bab V. Penutup, yang terdiri dari, Kesimpulan Dan Saran
- Daftar Pustaka
- Lampiran

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Energi Surya (Matahari)

Energi surya adalah energi yang berupa sinar dan panas dari matahari. Energi ini dapat dimanfaatkan dengan menggunakan serangkaian teknologi seperti pemanas surya, fotovoltaik surya, listrik panas surya, arsitektur surya, dan fotosintesis buatan.

Sumber energi matahari berasal dari reaksi fusi, yaitu penggabungan inti – inti atom Hidrogen membentuk inti – inti atom Helium. Akibat reaksi kimia pada inti Matahari, maka terjadi pengurangan massa Matahari yang berubah menjadi energi Matahari. Oleh Albert Einstein, besarnya energi dirumuskan:

$$E = m \cdot c^2$$

Ket : E = Energi Matahari (Joule)

m = massa yang hilang (kg)

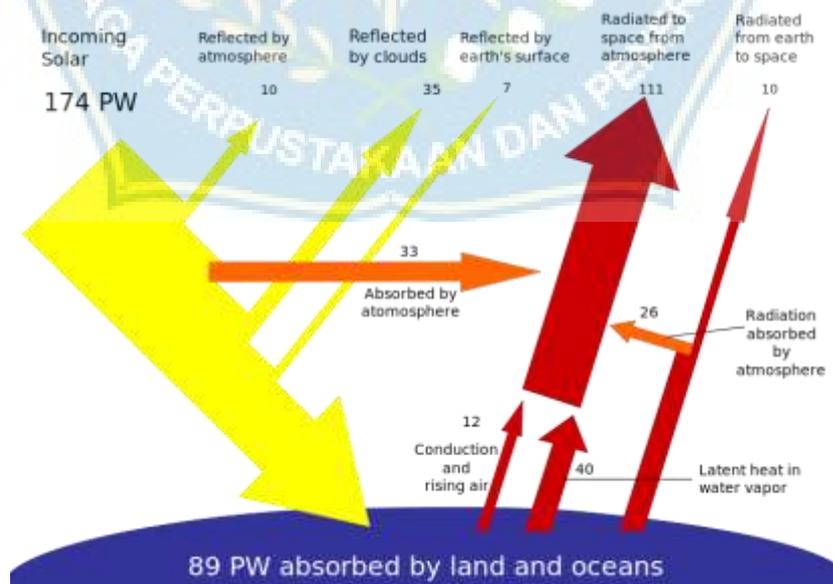
c = kecepatan cahaya (3×10^8 m/s)

Teknologi energi surya secara umum dikategorikan menjadi dua kelompok, yakni teknologi pemanfaatan pasif dan teknologi pemanfaatan aktif. Pengelompokan ini tergantung pada proses penyerapan, pengubahan, dan penyaluran energi surya. Contoh pemanfaatan energi surya secara aktif adalah penggunaan panel fotovoltaik dan panel penyerap panas. Contoh pemanfaatan energi surya secara pasif meliputi mengarahkan bangunan ke arah matahari, memilih bangunan dengan massa termal atau kemampuan

dispersi cahaya yang baik dan merancang ruangan dengan sirkulasi udara alami.

Pada tahun 2011, Badan Energi Internasional menyatakan bahwa “perkembangan teknologi energi surya yang terjangkau, tidak habis, dan bersih akan memberikan keuntungan jangka panjang yang besar. Perkembangan ini akan meningkatkan keamanan energi negara- negara melalui pemanfaatan sumber energi yang sudah ada, tidak habis dan tidak tergantung pada impor, meningkatkan kesinambungan, mengurangi polusi, mengurangi biaya mitigasi perubahan iklim, dan menjaga harga bahan bakar fosil tetap rendah dari sebelumnya. Keuntungan – keuntungan ini berlaku global.

Oleh sebab itu, biaya insentif tambahan untuk pengembangan awal selayaknya dianggap sebagai investasi untuk pembelajaran; investasi ini harus digunakan secara bijak dan perlu dibagi bersama.



Gambar 2.1. Energi dari Matahari

Bumi menerima 174 petawatt (PW) radiasi surya yang datang (*insolasi*) di bagian atas dari atmosfer. Sekitar 30% dipantulkan kembali ke luar angkasa, sedangkan sisanya diserap oleh awan, lautan, dan daratan. Sebagian besar spektrum cahaya matahari yang sampai di permukaan Bumi berada pada jangkauan spektrum sinar tampak dan inframerah dekat. Sebagian kecil berada pada rentang ultraviolet dekat.

Permukaan darat, samudra dan atmosfer menyerap radiasi surya, dan hal ini mengakibatkan temperatur naik. Udara hangat yang mengandung uap air hasil penguapan air laut meningkat dan menyebabkan sirkulasi atmosferik atau konveksi. Ketika udara tersebut mencapai posisi tinggi, di mana temperatur lebih rendah, uap air mengalami kondensasi membentuk awan, yang kemudian turun ke Bumi sebagai hujan dan melengkapi siklus air. Panas laten kondensasi air menguatkan konveksi, dan menghasilkan fenomena atmosferik seperti angin, siklon, dan anti-siklon. Cahaya matahari yang diserap oleh lautan dan daratan menjaga temperatur rata – rata permukaan pada suhu 14°C. Melalui proses fotosintesis, tanaman hijau mengubah energi surya menjadi energi kimia, yang menghasilkan makanan, kayu, dan biomassa yang merupakan komponen awal bahan bakar fosil.

Total energi surya yang diserap oleh atmosfer, lautan, dan daratan Bumi sekitar 3.850.000 eksajoule (EJ) per tahun. Pada tahun 2002, jumlah energi ini dalam waktu satu jam lebih besar dibandingkan jumlah energi yang digunakan dunia selama satu tahun. Fotosintesis menyerap sekitar 3.000 EJ per tahun dalam bentuk biomassa. Potensi teknis yang tersedia dari

biomassa adalah 100 – 300 EJ per tahun. Jumlah energi surya yang mencapai permukaan planet Bumi dalam waktu satu tahun sangatlah besar. Jumlah ini diperkirakan dua kali lebih banyak dibandingkan dengan semua sumber daya alam Bumi yang tidak terbarukan yang bisa diperoleh digabungkan, seperti batubara, minyak bumi, gas alam, dan uranium.

Tabel 2.1. Konsumsi Energi Manusia

| Fluks energi surya per tahun dan konsumsi energi manusia | |
|---|---------------------------|
| Energi surya | 3.850.000 EJ ⁸ |
| Angin | 2.250 EJ ⁹ |
| Potensi biomassa | 100-300 EJ ¹⁰ |
| Penggunaan energi utama (2010) | 539 EJ ¹¹ |
| Listrik (2010) | 66,5 EJ ¹² |

Energi Surya dapat dimanfaatkan pada berbagai tingkatan di seluruh dunia, yang utamanya bergantung pada jarak dari khatulistiwa.

a. Penerapan Teknologi Surya

Energi surya umumnya merujuk pada penggunaan radiasi, surya untuk kebutuhan praktis. Tetapi, semua energi terbarukan, kecuali geotermal dan pasang surut, berasal dari matahari.

Teknologi surya dikategorikan secara umum menjadi: teknologi pasif dan teknologi aktif, tergantung pada cara penyerapan, konversi, dan penyaluran cahaya matahari. Teknologi aktif meliputi penggunaan panel fotovoltaik, pompa, dan kipas untuk mengubah energi surya ke bentuk yang berguna. Teknologi pasif meliputi pemilihan bahan konstruksi yang memiliki sifat termal yang bagus, perancangan ruangan dengan sirkulasi udara secara alami, dan menghadapkan bangunan ke matahari. Teknologi

aktif meningkatkan persediaan listrik dan disebut sebagai teknologi sisi penawaran, sedangkan teknologi pasif mengurangi kebutuhan sumber daya alam lain dan disebut sebagai teknologi sisi permintaan.

b. Perencanaan Arsitektur dan Kota

Cahaya matahari telah mempengaruhi rancang bangunan sejak permulaan sejarah arsitektur. Arsitektur surya yang maju dan rencana tata ruang kota pertama kali digunakan oleh bangsa Yunani dan Cina, yang mengarahkan bangunan mereka menghadap selatan untuk mendapatkan cahaya dan kehangatan.

Fitur umum dari arsitektur surya pasif adalah arah bangunannya terhadap matahari, ukuran bangunan yang tepat (rasio luas permukaan dengan volume yang kecil), pemilihan penghalang (serambi), dan penggunaan massa termal. Ketika fitur-fitur ini digunakan bersama, dapat dihasilkan ruangan yang terang dan berada pada temperatur nyaman. Rumah Megaron milik Socrates adalah contoh klasik rancang bangunan teknologisurya pasif. Perkembangan terakhir perancangan rumah berteknologi surya menggunakan bantuan permodelan oleh komputer, yang menggabungkan faktor pencahayaan surya, pemanasan, dan sistem ventilasi dalam satu paket rancangan surya. Peralatan teknologi aktif surya seperti pompa, kipas, dan jendela buka-tutup dapat melengkapi rancangan teknologi pasif dan meningkatkan daya kerja sistem.

Pulau bahang perkotaan adalah daerah perkotaan dengan suhu yang lebih tinggi dibandingkan dengan lingkungan sekitarnya. Temperatur yang tinggi disebabkan oleh meningkatnya penyerapan cahaya matahari oleh materi yang ada di perkotaan, seperti aspal jalan dan beton, yang memiliki albedo (tingkat keputihan) lebih rendah dan memiliki kapasitas panas lebih tinggi dibandingkan dengan materi alami. Langkah langsung untuk mengatasi pulau bahang adalah

mengecat bangunan dan jalan dengan warna putih, serta menanam pepohonan. Menggunakan langkah ini, program hipotetis "komunitas dingin" di Los Angeles telah memproyeksikan temperatur kota dapat diturunkan sekitar 3 °C dengan biaya sekitar 1 miliar dollar Amerika Serikat, dengan perkiraan keuntungan total tahunan 530 juta dollar dari pengurangan biaya penggunaan pendingin udara dan penghematan biaya kesehatan.

c. Pertanian dan Perkebunan

Pertanian dan perkebunan berusaha mengoptimalkan penyerapan energi surya untuk meningkatkan produktivitas tanaman. Teknik seperti siklus penanaman yang diatur waktunya, mengatur orientasi barisan, tinggi antar barisan yang berbeda, dan pencampuran varietas tanaman dapat meningkatkan perolehan tanaman. Walau sinar matahari umumnya dianggap sumber daya alam yang berlimpah, namun pentingnya matahari untuk pertanian ditunjukkan di daerah dengan intensitas sinar matahari lebih sedikit. Selama pendeknya masa tanam pada Zaman Es Kecil, petani Perancis dan Inggris menggunakan dinding buah untuk memaksimalkan penyerapan energi surya. Dinding ini bertindak sebagai massa termal dan mempercepat pematangan dengan menjaga tanaman tetap hangat. Dinding buah awalnya dibuat tegak terhadap tanah menghadap selatan, kemudian, dinding miring berkembang karena memanfaatkan sinar matahari lebih baik. Pada tahun 1699, Nicolas Fatio de Duiller bahkan menyarankan menggunakan mekanisme lacak yang dapat memutar dinding mengikuti matahari. Penerapan energi surya, selain untuk menumbuhkan tanaman, meliputi memompakan air, mengeringkan panen, beternak ayam, dan

mengeringkan kotoran unggas. Teknologi surya juga digunakan oleh pembuat minuman anggur untuk menjalankan mesin tekan anggur.

Rumah kaca mengubah energi cahaya menjadi energi panas, yang memperbolehkan produksi sepanjang tahun dan pertumbuhan tanaman khusus (dalam lingkungan tertutup) dan tanaman lain yang tidak cocok tumbuh untuk iklim lokal. Rumah kaca primitif pertama kali digunakan pada zaman Romawi untuk memproduksi ketimun sepanjang tahun untuk kaisar romawi Tiberius. Rumah kaca modern pertama dibangun di Eropa pada abad ke-16 untuk tanaman eksotik yang dibawa pulang dari wilayah yang dijelajahi. Rumah kaca tetap menjadi bagian penting dari perkebunan saat ini, dan materi plastik transparan juga telah digunakan untuk efek yang mirip dengan terowongan plastik dan penutup barisan.

d. Transportasi dan Penjelajahan

Perkembangan mobil tenaga surya telah menjadi target perteknikan sejak tahun 1980an. Kompetisi World Solar Challenge adalah perlombaan mobil bertenaga surya yang diadakan dua kali selama setahun, dan dalam ajang tersebut tim dari universitas dan perusahaan berlomba sepanjang 3.021 kilometer (1.877 mil) melewati Australia tengah mulai dari Darwin menuju Adelaide. Pada tahun 1987, saat kompetisi ini pertama kali dibuka, kecepatan rata-rata pemenang kompetisi adalah 67 kilometer per jam (42 mph), dan pada tahun 2007, kecepatan rata-rata pemenang naik menjadi 90,87 kilometer per jam (56,46 mph). Kompetisi North American Solar Challenge dan South African Solar Challenge yang sedang direncanakan

adalah kompetisi serupa yang menunjukkan minat internasional dalam perteknikan dan perkembangan kendaraan bertenaga surya.

Beberapa kendaraan menggunakan panel surya untuk tenaga pembantu, seperti untuk penyejuk udara, sehingga mengurangi konsumsi bahan bakar.

Pada tahun 1975, perahu bertenaga surya pertama kali dibangun di Inggris. Menjelang tahun 1995, Kapal penumpang yang menggunakan panel surya mulai bermunculan, dan sekarang ini digunakan secara luas. Pada tahun 1996, Kenichi Horie melintasi samudra Pasifik menggunakan perahu surya, dan kapal tenaga surya berlambung dua bernama sun21 melewati samudra Atlantik pada musim dingin 2006 - 2007. Pada Mei 2012, Tûranor Planet Solar menjadi kendaraan elektrik surya pertama yang mengelilingi dunia.

Pada tahun 1974, pesawat tanpa awak AstroFlight Sunrise melakukan penerbangan perdana menggunakan tenaga surya. Pada tanggal 29 April 1979, Solar Riser melakukan penerbangan perdana menggunakan tenaga surya, dengan kendali penuh dan mampu mengangkat seseorang mencapai ketinggian 40 kaki (12 m). Pada tahun 1980, Gossamer Penguin melakukan penerbangan perdana bertenaga surya dengan pilot yang ditenagai hanya dengan sel fotovoltaik. Penerbangan ini dengan cepat diikuti oleh Solar Challenger yang melintasi terusan Inggris pada bulan Juli 1981. Pada tahun 1990, Eric Scott Raymond terbang dari California menuju Carolina Utara menggunakan tenaga surya. Perkembangan pesawat tenaga

surya kembali ke model pesawat tanpa awak dengan model Pathfinder (tahun 1997) dan rancangan selanjutnya, yang menghasilkan model Helios yang berhasil mengukir rekor ketinggian untuk pesawat tanpa roket pada ketinggian 29.524 meter (96.864 kaki) pada tahun 2001. Pesawat Zephyr yang dikembangkan oleh BAE Systems adalah pesawat terbaru yang menembus rekor penerbangan bertenaga surya, dengan terbang selama 54 jam pada tahun 2007, dan penerbangan selama sebulan direncanakan pada tahun 2010.

Balon surya adalah balon berwarna hitam yang diisi dengan udara biasa. Saat matahari menyinari balon tersebut, udara di dalamnya memanaskan dan memuai, dan menimbulkan gaya apung ke atas, seperti balon udara panas. Beberapa balon surya cukup besar untuk penerbangan dengan manusia, namun penggunaannya umumnya terbatas pada mainan karena rasio luas permukaan dan berat beban yang relatif besar.

e. Termal Surya

Teknologi termal surya dapat digunakan untuk memanaskan air, memanaskan ruangan, mendinginkan ruangan, dan menghasilkan panas.

1. Pemanasan Air

Sistem air panas surya menggunakan sinar matahari untuk memanaskan air. Di daerah dengan lintang bujur geografis rendah (di bawah 40 derajat), 60% - 70% air panas untuk keperluan rumah tangga dengan temperatur sampai dengan 60 °C dapat diperoleh dengan menggunakan sistem pemanasan surya. Jenis pemanas air surya yang

umum digunakan adalah kolektor buluh (44%) dan plat datar dengan kaca (34%) untuk kebutuhan air panas rumah tangga; kolektor plastik tanpa kaca (21%) digunakan untuk memanaskan kolam renang.

Sampai dengan tahun 2007, kapasitas total terpasang dari sistem air panas surya adalah sekitar 154 GW. Tiongkok memimpin dalam hal ini dengan kapasitas terpasang 70 GW sampai dengan tahun 2006 dan memiliki target jangka panjang 210 GW menjelang tahun 2020. Israel dan Siprus merupakan negara dengan tingkat penggunaan sistem air panas surya per kapita tertinggi, dengan lebih dari 90% rumah menggunakannya. Di Amerika Serikat, Kanada, dan Australia, pemanasan kolam renang adalah aplikasi utama air panas surya dengan kapasitas terpasang 18 GW sampai dengan tahun 2005.

2. Pemanasan, Pendinginan dan Ventilasi

Di Amerika Serikat, sistem pemanasan, ventilasi, dan penyejuk udara (HVAC) memakai 30% (4,65 EJ) dari energi yang digunakan untuk bangunan komersil dan hampir 50% (10,1 EJ) energi yang digunakan untuk perumahan. Teknologi pemanasan, pendinginan, dan ventilasi surya dapat digunakan untuk mengganti sebagian dari energi ini.

Massa termal adalah materi yang digunakan untuk menyimpan panas, termasuk dari Matahari. Materi massa termal yang umum meliputi batu, semen, dan air. Menurut sejarah, materi-materi ini telah digunakan di daerah dengan iklim kering atau hangat untuk menjaga

bangunan tetap sejuk dengan menyerap energi surya sepanjang hari dan memancarkan energi yang disimpan ke atmosfer yang lebih dingin di malam hari. Namun, materi ini juga dapat digunakan di daerah dingin untuk mempertahankan kehangatan. Ukuran dan penempatan massa termal tergantung pada beberapa faktor, seperti iklim, pencahayaan, dan kondisi bayangan. Saat faktor-faktor ini dipertimbangkan secara baik, massa termal mempertahankan temperatur ruangan dalam rentang nyaman dan mengurangi peralatan pemanasan dan pendinginan tambahan.

Cerobong surya (atau cerobong termal, dalam konteks ini) adalah sistem ventilasi surya pasif, yang terdiri dari terowongan vertikal yang menghubungkan bagian dalam dengan bagian luar dari bangunan. Saat cerobong mulai hangat, udara di dalamnya memanaskan dan menyebabkan udara bergerak ke atas dan menarik udara melewati bangunan. Performansi dapat ditingkatkan dengan menggunakan kaca dan materi massa termal untuk meniru rumah kaca.

Pohon dan tanaman musiman telah digunakan sebagai cara mengendalikan pemanasan dan pendinginan surya. Ketika tanaman ditanam pada bagian selatan bangunan, daun tanaman akan berfungsi sebagai peneduh pada musim panas, dan pada musim dingin, daun tanaman akan rontok dan cahaya dapat lewat lebih banyak. Saat gugur, pohon tak berdaun menghalangi $\frac{1}{3}$ sampai $\frac{1}{2}$ radiasi surya yang datang, ada keseimbangan antara manfaat teduh saat musim panas dan

pemanasan akibat daun gugur saat musim dingin. Di iklim dengan kebutuhan pemanasan tinggi, pohon musiman tidak cocok ditanam di bagian selatan bangunan karena pohon akan mengurangi ketersediaan energi surya saat musim dingin. Namun, pohon tersebut dapat digunakan pada sisi timur dan barat untuk menyediakan tempat teduh selama musim panas tanpa mempengaruhi perolehan energi surya selama musim dingin.

3. Pengolahan Air

Distilasi surya dapat digunakan untuk membuat air asin atau air payau dapat diminum. Penggunaan pertama yang tercatat dari distilasi ini oleh alkimiawan Arab abad ke 16. Proyek distilasi surya skala besar pertama kali dibangun pada tahun 1872 di kota tambang Las Salinas di Chile. Proyek ini memiliki area pengumpulan energi surya seluas 4.700 m² dan dapat memproduksi hingga 22.700 L per hari dan beroperasi selama 40 tahun. Jenis rancangan penyuling meliputi miringan tunggal, miringan ganda (atau tipe rumah kaca), vertikal, kerucut, peredam terbalik, multi sumbu dan multi efek. Penyuling-penyuling ini dapat beroperasi dalam kondisi pasif, aktif, atau gabungan. Penyuling miringan ganda paling ekonomis untuk penggunaan rumah tangga di pelosok, sedangkan penyuling aktif multi efek lebih cocok untuk aplikasi skala besar.

Disinfeksi air surya dilakukan dengan memaparkan botol plastik polietilena tereftalat (PET) berisikan air ke cahaya matahari selama

beberapa jam. Durasi pemaparan tergantung pada cuaca dan iklim dari minimal 6 jam hingga 2 hari selama kondisi berawan. Metode ini direkomendasikan oleh Organisasi Kesehatan Dunia sebagai metode yang cocok untuk pengolahan air rumah tangga dan penyimpanan aman. Lebih dari 2 juta manusia di negara berkembang menggunakan metode ini untuk air minum sehari-hari mereka.

Energi surya dapat digunakan di kolam stabilisasi air untuk mengolah air limbah tanpa menggunakan bahan kimia ataupun listrik. Keuntungan lingkungan bertambah saat alga tumbuh di kolam tersebut dan mengkonsumsi karbon dioksida saat melakukan fotosintesis, walau alga mungkin memproduksi zat kimia beracun yang membuat air tidak bisa digunakan.

4. Proses Panas

Teknologi pemusatan energi surya seperti piringan parabola, cekung parabola, dan pemantul Scheffler dapat menyediakan panas proses untuk aplikasi komersil dan industri. Sistem komersil pertama adalah proyek Solar Total Energy Project (STEP) di Shenodoah, Georgia, Amerika Serikat. Dalam proyek tersebut, satu lapangan berisikan 114 piringan parabola menyediakan 50% kebutuhan energi untuk pemanasan proses, penyejuk udara, dan listrik untuk pabrik kain. Sistem kogenerasi yang terhubung dengan saluran listrik ini menyediakan 400 kW listrik ditambah energi termal dalam bentuk uap

401 kW dan air dingin 468 kW, dan memiliki penyimpanan termal untuk beban puncak selama satu jam.

Kolam evaporasi adalah kolam dangkal yang meningkatkan kadar padatan terlarut melalui penguapan. Penggunaan kolam evaporasi untuk memperoleh garam dari air laut adalah contoh aplikasi tertua dari energi surya. Penggunaan modern meliputi peningkatan kadar larutan garam yang digunakan dalam penambangan ekstraksi dan memisahkan padatan terlarut dari aliran limbah.

Jemuran berbentuk tali, penyangga, atau rak mengeringkan pakaian tanpa menggunakan listrik atau gas. Di beberapa negara bagian Amerika Serikat, "hak menjemur pakaian" dilindungi.

Kolektor udara panas tak berkaca (*unglazed transpired collectors/UTC*) adalah dinding berlubang yang menghadap matahari yang digunakan untuk memanaskan dulu udara ventilasi. UTC dapat digunakan untuk menaikkan temperatur udara yang masuk hingga 22 °C dan menghasilkan temperatur keluaran 45–60 °C. Periode balik modal yang singkat dari kolektor udara panas ini adalah alternatif yang lebih efektif dari segi biaya dibandingkan dengan sistem kolektor berkaca. Sampai tahun 2003, lebih dari 80 sistem dengan total luas permukaan kolektor 35.000 m² telah dipasang di seluruh dunia, termasuk kolektor seluas 860 m² di Kosta Rika yang digunakan untuk mengeringkan biji kopi dan kolektor seluas 1.300 m² di Coimbatore, India yang digunakan untuk mengeringkan marigold.

5. Memasak

Pemasak surya menggunakan cahaya matahari untuk memasak, mengeringkan, dan proses pasteurisasi. Pemasak surya dapat digolongkan menjadi 3 kategori umum: pemasak berbentuk kotak, pemasak berbentuk papan, dan pemasak dengan pemantul. Pemasak surya paling sederhana adalah pemasak berbentuk kotak yang dibuat oleh Horace de Saussure pada tahun 1767. Pemasak berbentuk kotak sederhana terdiri dari wadah yang terisolasi dengan penutup transparan. Pemasak ini dapat digunakan secara efektif pada langit berawan sebagian, dan biasanya akan mencapai temperatur 90-150 °C. Pemasak berbentuk papan menggunakan papan pemantul untuk mengarahkan cahaya matahari ke wadah terisolasi dan mencapai temperatur setara dengan pemasak berbentuk kotak. Pemasak dengan pemantul menggunakan berbagai bentuk geometri (piringan, cekungan, cermin Fresnel) yang memusatkan cahaya ke wadah masak. Pemasak jenis ini dapat mencapai temperatur 315 °C dan lebih, namun perlu diarahkan cahayanya biar berfungsi baik dan harus diposisikan kembali untuk mengikuti Matahari.



Gambar 2.2 Mangkuk Surya (*Solar Bowl*)

f. Produksi Listrik

Tenaga surya adalah proses perubahan cahaya matahari menjadi listrik, baik secara langsung menggunakan fotovoltaik, atau secara tak langsung menggunakan tenaga surya terpusat (*concentrated solar power*, CSP). Sistem CSP menggunakan lensa atau cermin dan sistem lacak untuk memfokuskan paparan cahaya matahari yang luas menjadi seberkas sinar yang kecil. PV mengubah cahaya menjadi aliran listrik menggunakan efek fotolistrik.

Pembangkit CSP komersial pertama kali dikembangkan pada tahun 1980an. Sejak tahun 1985, pemasangan SEGS CSP berkapasitas 354 MW di gurun Mojave, California adalah pembangkit listrik surya terbesar di dunia. Pembangkit listrik CSP lain meliputi pembangkit listrik tenaga surya Solnova berkapasitas 150 MW dan pembangkit listrik tenaga surya Andasol berkapasitas 100 MW; keduanya berada di Spanyol. Proyek Surya Agua Caliente berkapasitas 250 MW di Amerika Serikat dan Lahan Surya Charanka berkapasitas 221 MW di India adalah pembangkit fotovoltaik

terbesar di dunia. Proyek surya melebihi 1 GW sedang dikerjakan, tapi kebanyakan fotovoltaik dipasang di atap-atap dengan ukuran kapasitas kecil, yakni kurang dari 5 kW, yang terhubung dengan saluran listrik menggunakan meteran net dan/atau tarif feed-in.

1. Tenaga Surya Terpusat

Sistem tenaga surya terpusat (*concentrated surya power, CSP*) menggunakan lensa atau cermin dan sistem lacak untuk memfokuskan paparan sinar matahari yang luas menjadi seberkas cahaya kecil. Seberkas cahaya tersebut kemudian digunakan sebagai sumber panas untuk pembangkit listrik konvensional. Terdapat sejumlah besar teknologi pemusatan; yang paling berkembang adalah cekungan parabola, pemantul fresnel linear, piringan Stirling, dan menara tenaga surya. Di sistem-sistem ini, fluida kerja dipanaskan oleh cahaya matahari yang dipusatkan, dan fluida kerja ini kemudian digunakan untuk membangkitkan listrik atau sebagai penyimpan energi.

2. Fotovoltaik

Sel surya atau sel fotovoltaik, adalah peralatan yang mengubah cahaya menjadi aliran listrik dengan menggunakan efek fotovoltaik. Sel fotovoltaik pertama dibuat oleh Charles Fritts pada tahun 1880an. Pada tahun 1931, seorang insinyur Jerman, Dr. Bruno Lange, membuat sel fotovoltaik menggunakan perak selenida ketimbang tembaga oksida. Walaupun sel selenium purwa rupa ini mengubah kurang dari 1% cahaya yang masuk menjadi listrik, Ernst Werner von Siemens dan

James Clerk Maxwell melihat pentingnya penemuan ini. Dengan mengikuti kerja Russel Ohl pada tahun 1940an, peneliti Gerald Pearson, Calvin Fuller, dan Daryl Chapin membuat sel surya silikon pada tahun 1954. Biaya sel surya ini 286 dollar AS per watt dan mencapai efisiensi 4,5 - 6 %. Menjelang tahun 2012, efisiensi yang tersedia melebihi 20% dan efisiensi maksimum fotovoltaik penelitian melebihi 40%.

B. Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Pembangkit listrik tenaga surya adalah pembangkit listrik yang mengubah energi surya menjadi energi listrik. Pembangkitan listrik bisa dilakukan dengan dua cara, yaitu secara langsung menggunakan fotovoltaik dan secara tidak langsung dengan pemusatan energi surya. Fotovoltaik mengubah secara langsung energi cahaya menjadi listrik menggunakan efek fotoelektrik. Pemusatan energi surya menggunakan sistem lensa atau cermin dikombinasikan dengan sistem pelacak untuk memfokuskan energi matahari ke satu titik untuk menggerakkan mesin kalor.

Besarnya pemakaian energi dirumuskan :

$$W = I^2 \times R \times t$$

Ket : W = Pemakaian Energi

I = Arus pada Beban

R = Hambatan pada beban (konstan)

t = Waktu yang di gunakan

Energi surya atau matahari telah dimanfaatkan di banyak belahan dunia dan jika dieksploitasi dengan tepat, energi ini berpotensi mampu menyediakan kebutuhan konsumsi energi dunia saat ini dalam waktu yang lebih lama. Matahari dapat digunakan secara langsung untuk memproduksi listrik atau untuk memanaskan bahkan untuk mendinginkan.

Ada banyak cara untuk memanfaatkan energi dari matahari. Tumbuhan mengubah sinar matahari menjadi energi kimia dengan menggunakan fotosintesis. Memanfaatkan energi ini dengan memakan dan membakar kayu. Bagaimanapun, istilah “tenaga surya” mempunyai arti mengubah sinar matahari secara langsung menjadi panas atau energi listrik untuk kegunaan. Dua tipe dasar tenaga matahari adalah “sinar matahari” dan “photovoltaic” (photo = cahaya, voltaic = tegangan). Photovoltaic tenaga matahari melibatkan pembangkit listrik dari cahaya. Rahasia dari proses ini adalah penggunaan bahan semi konduktor yang dapat disesuaikan untuk melepas elektron, partikel bermuatan *negative* yang membentuk dasar listrik.

Bahan semi konduktor yang paling umum dipakai dalam sel photovoltaic adalah silikon, sebuah elemen yang umum di temukan di pasir. Semua sel *photovoltaic* mempunyai paling tidak dua lapisan semikonduktor seperti itu, satu bermuatan positif dan satu bermuatan negatif. Ketika cahaya bersinar pada semi konduktor, leading listrik menyeberang sambungan di antara dua lapisan menyebabkan listrik mengalir, membangkitkan arus DC. Semakin kuat cahaya yang diterima, semakin kuat pula aliran listrik yang didapatkan.

Sistem *photovoltaic* tidak membutuhkan cahaya matahari yang terang untuk beroperasi. Sistem ini juga membangkitkan listrik di saat hari mendung, dengan energi keluar yang sebanding ke berat jenis awan. Berdasarkan pantulan sinar matahari dari awan, hari – hari mendung dapat menghasilkan angka energi yang lebih tinggi dibandingkan saat langit biru sedang yang benar – benar cerah.

Cara kerja sel surya adalah dengan memanfaatkan teori cahaya sebagai partikel. Sebagaimana diketahui bahwa cahaya baik yang tampak maupun yang tidak tampak memiliki dua buah sifat yaitu dapat sebagai gelombang dan dapat sebagai partikel yang disebut dengan photon. Penemuan ini pertama kali diungkapkan oleh Einstein pada tahun 1905. Energi yang di pancarkan oleh sebuah cahaya dengan kecepatan c dan panjang gelombang, dirumuskan dengan persamaan;

$$E = h \cdot (c / \lambda)$$

Ket : E = Energi (Joule)

h = Konstanta Plancks (6.62×10^{-34} J.s)

c = kecepatan cahaya (3×10^8 m/s)

λ = panjang gelombang

Persamaan di atas juga menunjukkan bahwa photon dapat dilihat sebagai sebuah partikel energi atau sebagai gelombang dengan panjang gelombang dan frekuensi tertentu. Dengan menggunakan sebuah divais semikonduktor yang memiliki permukaan yang luas dan terdiri dari rangkaian dioda tipe p dan n, cahaya yang datang akan mampu dirubah menjadi energi listrik.

Hingga saat ini terdapat beberapa jenis solar sel yang berhasil dikembangkan oleh para peneliti untuk mendapatkan divais solar sel yang memiliki efisiensi yang tinggi atau untuk mendapatkan divais solar sel yang murah dan mudah dalam pembuatannya.

Panel surya biasanya memiliki umur 20+tahun yang biasanya dalam jangka waktu tersebut pemilik panel surya tidak akan mengalami penurunan efisiensi yang signifikan. Namun, meskipun dengan kemajuan teknologi mutakhir, sebagian besar panel surya komersial saat ini hanya mencapai efisiensi 15% dan hal ini tentunya merupakan salah satu alasan utama mengapa industry energy surya masih tidak dapat bersaing dengan bahan bakar fosil. Panel surya komersial sangat jarang yang melampau efisiensi 20%.

Karena peralatan rumah saat ini berjalan di Alternating Current (AC), panel surya harus memiliki power inverter yang mengubah arus Direct Current (DC) dari sel surya menjadi Alternating current (AC).

Posisi ideal panel surya adalah menghadap langsung ke sinar matahari (untuk memastikan efisiensi maksimum). Panel surya modern memiliki perlindungan overheating yang baik dalam bentuk semen konduktif termal. Perlindungan overheating penting dikarenakan panel surya mengkonversi kurang dari 20% dari energy surya yang ada menjadi listrik, sementara sisanya akan terbuang sebagai panas, dan tanpa perlindungan yang memadai kejadian overheating dapat menurunkan efisiensi panel surya secara signifikan.

Panel Surya sangat mudah dalam hal pemeliharaan karena tidak ada bagian yang bergerak. Satu-satunya hal yang harus dikhawatirkan adalah memastikan untuk menyingkirkan segala hal yang dapat menghalangi sinar matahari ke panel surya tersebut.

1. Panel Surya (*Solar Cell*)

Panel Surya adalah sebuah alat yang dibuat dengan tujuan untuk membuat energy listrik dari sinar matahari. Sedangkan sel surya adalah bagian terkecil penyusun panel surya yang disebut sebagai sel photovoltaic atau pv. Disitulah letaknya perbedaan sel surya dan panel surya. Pengertian panel surya dan fungsinya dalam merubah sinar matahari menjadi listrik sebenarnya juga dapat dilakukan dengan mengambil panas matahari untuk membangkitkan generator listrik, tetapi hal ini kurang populer. Kebanyakan, dalam menjalankan tugasnya untuk menyerap energy dari matahari, pv selalu tergantung kepada efek photovoltaic. Sistem kerja ini akan menimbulkan aliran arus diantara dua lapisan yang muatannya saling berlawanan.

Solar panel adalah konversi cahaya sinar matahari menjadi listrik, baik secara langsung dengan menggunakan photovoltaic, atau tidak langsung dengan menggunakan tenaga surya terkonsentrasi sehingga menghasilkan tenaga listrik untuk rumah Anda atau untuk perusahaan Anda.

Solar panel Sebagai sistem tenaga surya yang lebih efisien dan lebih terjangkau untuk mengambil keuntungan dari manfaat ekonomi

dan lingkungan. Solar panel tidak hanya hanya digunakan di rumah-rumah, surya panel digunakan dalam Kawasan dan daerah terpencil lokasi sekolah yang kekurangan listrik,, masyarakat dan peralatan telekomunikasi dan pompa air.

Untuk mendapatkan hasil maksimal dari sistem surya panel Anda, itu layak menghabiskan beberapa waktu untuk meneliti sistem tenaga surya untuk memastikan Anda membuat keputusan terbaik saat membeli sebuah sistem solar panel.

Keunggulan Panel Surya

- Ramah Lingkungan
- Pemasangan yang mudah
- Tidak memerlukan bahan bakar minyak
- Tahan Lama
- Kapasitas daya listrik dapat ditambah sesuai kebutuhan
- Harga solar panel murah atau terjangkau

Sebuah sel surya, atau sel photovoltaic (sebelumnya disebut "baterai surya), adalah perangkat listrik yang mengubah energi cahaya langsung menjadi listrik oleh efek fotovoltaiik, yang merupakan fenomena fisik dan kimia. Ini adalah bentuk dari sel fotolistrik, yang didefinisikan sebagai perangkat yang listrik karakteristik, seperti arus, tegangan, atau perlawanan, bervariasi bila terkena cahaya. sel surya adalah blok bangunan dari modul fotovoltaiik, atau dikenal sebagai panel surya.

Sel surya digambarkan sebagai fotovoltaiik, terlepas dari apakah sumbernya adalah sinar matahari atau cahaya buatan. Mereka digunakan sebagai Sensor cahaya (misalnya detektor inframerah), mendeteksi cahaya atau radiasi elektromagnetik lainnya di dekat kisaran terlihat, atau mengukur intensitas cahaya.

Operasi dari sebuah sel photovoltaic (PV) membutuhkan tiga atribut dasar:

- Penyerapan cahaya, menghasilkan baik pasangan elektron-lubang atau excitons.
- Pemisahan pembawa muatan dari jenis yang berlawanan.
- Ekstraksi terpisah dari operator itu untuk sirkuit eksternal.

Sebaliknya, kolektor panas matahari memasok panas dengan menyerap sinar matahari, untuk tujuan baik pemanasan langsung atau pembangkit tenaga listrik tidak langsung dari panas. Sebuah "photoelectrolytic sel" (sel fotoelektrokimia), di sisi lain, mengacu baik ke jenis sel fotovoltaiik (seperti yang dikembangkan oleh Edmond Becquerel dan dye-sensitized solar sel modern), atau ke perangkat yang membagi air langsung menjadi hidrogen dan oksigen hanya menggunakan penerangan surya.



Gambar 2.3 Solar Cell

a. Bahan

Sel surya biasanya dinamai bahan semikonduktor mereka terbuat dari. Bahan-bahan ini harus memiliki karakteristik tertentu dalam rangka untuk menyerap sinar matahari. Beberapa sel yang dirancang untuk menangani sinar matahari yang mencapai permukaan bumi, sementara yang lain dioptimalkan untuk digunakan di ruang angkasa. Sel surya dapat dibuat dari hanya satu lapisan tunggal dari bahan (single-junction) menyerap cahaya atau menggunakan beberapa konfigurasi fisik (multi-junction) untuk mengambil keuntungan dari berbagai penyerapan dan biaya mekanisme pemisahan.

1) Crystalline silicon

Sejauh ini, bahan massal yang paling umum untuk sel surya adalah silikon kristal (c-Si), juga dikenal sebagai "solar grade silicon". silikon massal dipisahkan menjadi beberapa kategori

sesuai dengan kristalinitas dan ukuran kristal dalam menghasilkan ingot, pita atau wafer. Sel-sel ini seluruhnya berbasis di sekitar konsep p-n junction. Sel surya terbuat dari c-Si terbuat dari wafer antara 160 dan 240 mikrometer tebal.

2) *Monocrystalline Silicon*

Monocrystalline silikon (mono-Si) sel surya yang lebih efisien dan lebih mahal daripada kebanyakan jenis lain dari sel. Sudut-sudut sel terlihat terpotong, seperti segi delapan, karena bahan wafer dipotong dari ingot silinder, yang biasanya tumbuh dengan proses Czochralski. panel surya menggunakan sel mono-Si menampilkan pola khas dari berlian putih kecil.

3) *Epitaxial Silicon Development*

Wafer epitaksi silikon kristal dapat tumbuh pada silikon "benih" wafer monocrystalline oleh deposisi uap kimia (CVD), dan kemudian terpisah sebagai wafer swadaya beberapa ketebalan standar (misalnya, 250 m) yang dapat dimanipulasi dengan tangan, dan langsung diganti untuk sel wafer dipotong dari ingot silikon monocrystalline. sel surya yang dibuat dengan teknik ini "kerfless" dapat memiliki efisiensi mendekati orang-orang dari sel wafer-potong, tetapi dengan biaya lumayan rendah jika CVD bisa dilakukan pada tekanan atmosfer dalam proses inline tinggi-throughput. Permukaan wafer epitaksi dapat bertekstur untuk meningkatkan penyerapan cahaya.

Pada bulan Juni 2015, dilaporkan bahwa hetero sel surya tumbuh epitaxially pada tipe-n wafer monocrystalline silikon telah mencapai efisiensi 22,5% di wilayah sel total 243,4 cm².

4) Polycrystalline Silicon

Polikristalin silikon, atau silikon multicrystalline (multi-Si) sel yang dibuat dari blok cor persegi ingot-besar silikon cair hati-hati didinginkan dan dipadatkan. Mereka terdiri dari kristal kecil yang memberikan materi efek logam serpihan khas. Sel-sel polysilicon adalah jenis yang paling umum digunakan dalam photovoltaics dan lebih murah, tetapi juga kurang efisien, daripada yang terbuat dari silikon monocrystalline.

5) Ribbon Silicon

Pita silikon adalah jenis polikristalin silikon-itu dibentuk dengan menggambar film tipis datar dari silikon cair dan hasil dalam struktur polikristalin. Sel-sel ini lebih murah daripada membuat multi-Si, karena pengurangan besar dalam limbah silikon, karena pendekatan ini tidak memerlukan menggergaji dari ingot. Namun, mereka juga kurang efisien.

6) Mono-like-multi silicon (MLM)

Formulir ini dikembangkan pada tahun 2000-an dan memperkenalkan secara komersial sekitar tahun 2009. Juga disebut cast-mono, desain ini menggunakan ruang polikristalin pengecoran dengan "benih" kecil bahan mono. Hasilnya adalah bahan mono-

seperti massal yang polikristalin sekitar sisi luar. Ketika diiris untuk pengolahan, bagian batin tinggi efisiensi sel mono-seperti (tapi persegi bukan "dipotong"), sedangkan tepi luar yang dijual sebagai poli konvensional. Metode produksi ini menyebabkan sel-sel mono-seperti dengan harga poli-seperti.

7) *Thin Film*

Teknologi film tipis mengurangi jumlah bahan aktif dalam sel. Kebanyakan desain sandwich bahan aktif antara dua panel kaca. Sejak panel surya silikon hanya menggunakan satu panel kaca, panel film tipis sekitar dua kali lebih berat panel silikon kristal, meskipun mereka memiliki dampak ekologis yang lebih kecil (ditentukan dari analisis siklus hidup).

8) **Cadmium Telluride**

Cadmium Telluride adalah satu-satunya bahan film tipis sejauh ini untuk silikon kristal rival biaya / watt. Namun kadmium sangat beracun dan telurium (anion: "telluride") persediaan terbatas. Kadmium hadir dalam sel akan menjadi racun jika dirilis. Namun, rilis mungkin selama operasi normal dari sel-sel dan tidak mungkin selama kebakaran di atap perumahan. Sebuah meter persegi CdTe berisi sekitar jumlah yang sama Cd sebagai C sel baterai nikel-kadmium tunggal, dalam bentuk yang lebih stabil dan kurang larut.

9) *Copper Indium Gallium Selenide*

Copper indium gallium selenide (CIGS) adalah bahan band gap langsung. Ini memiliki efisiensi tertinggi (~ 20%) di antara semua bahan film tipis yang signifikan secara komersial (lihat CIGS sel surya). metode tradisional fabrikasi melibatkan proses vakum termasuk co-evaporasi dan sputtering. perkembangan terakhir di IBM dan Nanosolar upaya untuk menurunkan biaya dengan menggunakan proses solusi non-vakum.

10) *Silicon Thin Film*

Silicon Thin Film sel terutama disimpan oleh deposisi uap kimia (biasanya plasma yang disempurnakan, PE-CVD) dari gas silan dan gas hidrogen. Tergantung pada parameter deposisi, ini dapat menghasilkan silikon amorf (a-Si atau a-Si: H), protocrystalline silikon atau silikon nanokristalin (nc-Si atau nc-Si: H), juga disebut mikrokristalin silikon.

Silikon Protocrystalline dengan fraksi volume rendah nanokristalin silikon optimal untuk tegangan rangkaian terbuka tinggi. Nc-Si memiliki sekitar celah pita yang sama seperti c-Si dan nc-Si dan a-Si dapat menguntungkan dikombinasikan dalam lapisan tipis, menciptakan sel berlapis disebut sel tandem. Sel atas di-Si menyerap cahaya tampak dan meninggalkan bagian inframerah dari spektrum untuk sel bawah di nc-Si.

11) Gallium Arsenide Thin Film

Gallium Arsenide Thin Film (GaAs) juga digunakan untuk single-kristal film tipis sel surya. Meskipun sel-sel GaAs sangat mahal, mereka memegang dunia rekor dalam efisiensi untuk sel surya tunggal-junction di 28,8%. GaAs lebih sering digunakan dalam sel surya multijunction untuk photovoltaics terkonsentrasi (CPV, HCPV) dan panel surya di wahana antariksa, sebagai industri nikmat efisiensi atas biaya untuk tenaga surya berbasis ruang.

12) Multijunctions Cell

Sel multi-junction terdiri dari beberapa lapisan tipis, masing-masing pada dasarnya sel surya tumbuh di atas yang lain, biasanya menggunakan metalorganik epitaksi fasa uap. Setiap lapisan memiliki energi band gap yang berbeda untuk memungkinkan untuk menyerap radiasi elektromagnetik lebih porsi yang berbeda dari spektrum. sel multi-junction awalnya dikembangkan untuk aplikasi khusus seperti satelit dan eksplorasi ruang angkasa, tetapi sekarang digunakan semakin di photovoltaics konsentrator terrestrial (CPV), sebuah teknologi baru yang menggunakan lensa dan cermin melengkung untuk berkonsentrasi sinar matahari ke kecil, sangat efisien multi-junction sel surya. Dengan berkonsentrasi sinar matahari sampai seribu kali, photovoltaics

terkonsentrasi tinggi (HCPV) memiliki potensi untuk outcompete PV surya konvensional di masa depan.

b. Komponen Utama *Solar System*

Komponen utama *solar system* adalah;

1. *Photovoltaic Modul*

Modul *photovoltaic* atau biasa disebut modul surya adalah perangkat yang terdiri dari bahan semikonduktor seperti silikon, galium arsenide dan kadmium telluride, dll yang mengubah sinar matahari langsung menjadi listrik.

Ketika solar cell menyerap sinar matahari, elektron – elektron bebas dan lubang – lubang membuat sambungan positif / negatif, dan ketika dihubungkan dengan beban DC, maka arus listrik akan mengalir ke beban tersebut.



Gambar 2.4. Komponen Solar System

Jenis – jenis sel surya, dilihat dari bahan pembuatannya terdiri dari;

a) Crystalline Silicon PV Module (c-Si)

Terdiri dari single crystalline silicon atau dikenal sebagai silikon monocrystalline dan multi-crystalline silikon, juga disebut silikon polikristalin.

Module PV *The Polycrystalline silicon* memiliki efisiensi konversi yang lebih rendah dari module PV *single crystalline silicon* tetapi keduanya memiliki efisiensi konversi tinggi yang rata – rata sekitar 10 – 12%.

b) Amorphous Silicon PV Module PV (a-Si)

Module Amorphous Silicon (a-Si) atau modul PV film tipis silikon menyerap cahaya lebih efektif daripada Module PV *crystalline silicon*, sehingga dapat dibuat lebih tipis. Cocok untuk semua aplikasi dengan efisiensi tinggi dan dengan biaya rendah adalah penting. Efisiensi dari module PV *Amorphous Silicon* adalah sekitar 6%.

c) Hybrid Sillicon PV Module

Sebuah kombinasi dari silikon *single crystalline* yang dikelilingi oleh lapisan tipis *Amorphous silicon* yang memberikan sensitivitas yang sangat baik untuk tingkat cahaya rendah atau cahaya tidak langsung. *Hybrid Sillicon PV Module* memiliki efisiensi konversi yang tertinggi yaitu sekitar 17%.

Bahan semikonduktor saat ini yang paling sering digunakan untuk produksi **Solar Cell** adalah silikon, dimana

memiliki beberapa keuntungan diantaranya; dapat dengan mudah ditemukan di alam, tidak mencemari, tidak merusak lingkungan dan dapat dengan mudah mencair, dan dibentuk menjadi bentuk *sillicon monocrystalline*, dll. Pada umumnya Solar cell dikonfigurasi sebagai sambungan a large – area p – n daerah yang terbuat dari sillikon.

Besaran arus listrik yang dapat dikonversi dari energi matahari menjadi arus listrik diukur dalam satuan wattpeak (WP), artinya kalau modul surya berukuran 100 WP, maka dalam satu jam akan mengeluarkan arus sebesar 100 watt. Apabila arus yang dibutuhkan lebih besar dari keluaran modul surya, maka modul surya dipasang beberapa unit membentuk suatu array.

C. Solar Charge Controller

Solar Charge Controller adalah suatu alat kontrol yang berfungsi untuk mengatur tegangan dan arus yang dikeluarkan dari modul surya, melakukan proses pengisian battery, mencegah battery dari pengisian yang berlebihan, juga mengendalikan proses discharge.

Charge Controller menerapkan teknologi *Pulse Width Modulation* (PWM) untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan pembebasan arus dari baterai ke beban. Panel surya/ Solar Cell 12 volt umumnya memiliki tegangan output 16 – 21 Volt. Jadi tanpa *Charge Controller*, baterai akan rusak oleh *over-charging* dan ketidakstabilan tegangan. Baterai umumnya di-charge

pada tegangan 14 – 14,7 Volt. Beberapa fungsi detail dari *charge controller* adalah sebagai berikut;

- Mengatur arus untuk pengisian ke baterai, menghindari *overcharging*, dan *over voltage*.
- Mengatur arus yang dibebaskan / diambil dari baterai agar baterai tidak “*full discharge*” dan *overloading*.
- *Monitoring* temperatur Battery.

Untuk membeli *charge controller* yang harus diperhatikan adalah:

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

Seperti yang telah disebutkan di atas *charge controller* yang baik biasanya mempunyai kemampuan mendeteksi kapasitas baterai. Bila baterai sudah penuh terisi maka secara otomatis pengisian arus dari turbin angin berhenti. Cara deteksi adalah melalui monitor level tegangan batere. *charge controller* akan mengisi baterai sampai level tegangan tertentu, kemudian apabila level tegangan drop, maka baterai akan diisi kembali.

D. Sejarah Awal Inovasi Inverter

Pada akhir abad ke-19 hingga pertengahan abad ke-20, konversi daya DC ke AC dilakukan dengan menggunakan konverter putar atau set motor generator (MG set). Di awal abad ke-20, tabung hampa udara dan tabung berisi gas mulai digunakan sebagai kenop pada sirkuit inverter. Jenis tabung yang paling banyak digunakan saat itu ialah thyatron.

Awal mula inovasi inverter elektromekanis menjelaskan nama “inverter” yang kita kenal kini. Konverter AC ke DC dahulu menggunakan motor AC induksi yang tersambung langsung ke dinamo sehingga generator bisa menciptakan arus DC.

Pada perkembangan selanjutnya diciptakan konverter sesuai yang dapat dianggap sebagai AC yang diralat secara mekanis. Dengan ditambahi beberapa pelengkap dan peralatan kontrol yang tepat, MG set atau konverter putar dapat berfungsi terbalik, yakni mengkonversi DC ke AC. Inverter sendiri berarti inverter converter atau ‘konverter yang berfungsi membalikkan’.

Selanjutnya mulailah inverter dikembangkan menjadi lebih canggih dan mudah digunakan. Salah satu bentuk perkembangannya ialah inverter perata arus. Sebelum tahun 1957, transistor tak mampu menyediakan tegangan dan arus yang cukup buat kinerja pelaksanaan inverter. Hingga akhirnya pada tahun tersebut diperkenalkan thyristor atau perata arus dengan silikon (SCR) yang memprakarsai perkembangan sirkuit inverter solid.

Komutasi atau pertukaran arus listrik yang dibutuhkan SCR ialah kunci dari desain sirkuit SCR yang baik. SCR tak mematikan atau menukar arus secara otomatis ketika frekwensi kontrol gerbangnya dalam keadaan mati. SCR hanya akan mematikan arus ketika arus yang sedang melaju dikurangi jumlahnya hingga sangat sedikit.

a. Jenis – jenis Inverter

Meski prinsip kerja dan fungsi inverter tak berubah semenjak awal diciptakan, kini ada berbagai jenis inverter di dunia kelistrikan. Seiring perkembangannya, saat ini ada banyak jenis inverter yang dapat Anda temui. Semua jenis inverter tersebut memiliki ciri dan fungsi masing-masing. Berikut ialah beberapa jenis inverter yang lazim digunakan.

- 1) Inverter square wave , yakni inverter yang hasil arusnya memiliki konten yang sangat harmonis. Inverter jenis ini tak cocok digunakan buat beberapa jenis mesin, seperti motor atau transformer. Inverter square wave ialah salah satu inverter pelopor dalam sejarah perkembangan inverter.
- 2) Inverter modified sine wave atau quasi square menghasilkan arus yang kurang lebih sama dengan arus hasil inverter square wave . Hanya saja inverter ini menghasilkan arus yang akan menghilang (nol Voltasi) beberapa saat sebelum berubah menjadi arus positif atau negatif. Inverter jenis ini sangat sederhana dan ekonomis, serta cocok digunakan buat segala jenis alat elektronik; kecuali peralatan spesifik yang sensitif seperti printer laser, peralatan audio, dan lampu pijar.

- 3) Inverter multilevel , yakni inverter yang mempersatukan tegangan dari berbagai taraf arus langsung sebagai inputnya; jumlah tegangan bisa diatur sinkron keingiyang. Laba menggunakan inverter multilevel ialah menurunnya nilai daya dari alat elektronik tersebut sehingga lebih ekonomis. Ada tiga jenis inverter ini, yakni inverter clamped, flying capacitor, dan cascaded.
- 4) Inverter pure sine wave , yakni inverter yang menghasilkan gelombang sinus yang nyaris sempurna. Desainnya lebih rumit sehingga memerlukan lebih banyak biaya buat memasangnya.
- 5) Inverter resoyangt , yang berdasarkan pada osilasi arus resoyang.
- 6) Inverter grid tie , serupa pure sine wave tetapi didesain buat menyuntikkan listrik ke sistem pendistribusian tenaga listrik. Inverter seperti ini harus sesuai dengan frekuensi jaringan listrik.
- 7) Inverter synchronous , yakni inverter yang terhubung dengan jaringan serta memudahkan jalan keluar masuk jaringan; tergantung kebutuhan pemakai.
- 8) Inverter stand-alone , yakni inverter yang sering kali digunakan buat mengubah arus langsung dari sumber energi yang bisa diperbaharui, seperti panel tenaga surya atau kincir angin kecil yang biasa digunakan buat memenuhi daya di rumah-rumah atau industri kecil.
- 9) Inverter solar , yang memiliki fungsi spesifik yakni bisa beradaptasi dengan antena photoVoltaic.

10) Inverter solar micro , yang mengubah arus langsung hanya dari sebuah panel tenaga surya.

Selain jenis-jenis yang disebutkan di atas, berbagai jenis lain masih terus dikembangkan guna menciptakan inverter yang semakin canggih dan memudahkan penggunaannya menyesuaikan dengan kebutuhan listrik.

b. Perancangan Inverter

Inverter adalah perangkat elektronika yang dipergunakan untuk mengubah tegangan DC (Direct Current) menjadi tegangan AC (Alternating Current). Output suatu inverter dapat berupa tegangan AC dengan bentuk gelombang sinus (sine wave), gelombang kotak (square wave) dan sinus modifikasi (sine wave modified). Sumber tegangan input inverter dapat menggunakan battery, tenaga angin, tenaga surya, atau sumber tegangan DC yang lain. Inverter dalam proses konversi tegangan DC menjadi tegangan AC membutuhkan suatu penaik tegangan berupa step up transformer.

Inverter ialah sebuah konverter listrik yang berfungsi mengubah arus DC (Direct Current) menjadi AC (Alternating Current). AC yang dihasilkan olehnya dapat memiliki Voltase dan frekuensi eksklusif sinkron kebutuhan, selama dihasilkan menggunakan transformer dan sirkuit control yang tepat. Inverter banyak digunakan di berbagai peralatan elektronik, mulai dari yang kecil seperti computer hingga pelaksanaan arus bertegangan tegangan tinggi. Kebanyakan inverter ditemukan di panel tenaga surya atau baterai.

Inverter menghasilkan proses dan fungsi kerja yang antagonis dengan perata arus (rectifier). Inverter listrik merupakan sebuah osilator elektronik

bertenaga tinggi. Inverter bermanfaat bagi peralatan elektronik sebab membuat peralatan elektronik tersebut lebih ekonomis listrik dan tak mudah panas.

c. Fungsi dan peran Inverter dalam berbagai mesin elektrik

Pada Prinsipnya, inverter berfungsi buat mengubah listrik DC dari berbagai sumber (misalnya baterai dan panel tenaga surya) kedalam bentuk listrik AC. Listrik yang dihasilkan dapat dalam tegangan berapa pun, sinkron kebutuhan. Umumnya, inverter dapat mengoperasikan peralatan listrik AC atau memproduksi DC dalam jumlah tegangan tertentu.

Salah satu komponen elektronik yang menggunakan inverter ialah Uninterruptible Power Supply (UPS). UPS menggunakan baterai dan inverter buat memenuhi daya AC ketika daya primer tak bias memenuhi kebutuhan. Saat daya primer dipulihkan, perata arus menyediakan listrik DC buat mengisi ulang baterai. Selain itu inverter juga digunakan buat proses pemanasan induksi (induction heating). Dalam hal ini, daya AC mula-mula diralat buat menghasilkan daya DC. Lantas inverter berperan mengubah daya DC menjadi AC berfrekuensi tinggi.

Inverter pun digunakan di mesin sepeda motor. Fungsinya ialah buat memberi daya listrik dan elektrik – diesel ke tenaga Tarik sepeda motor tersebut. Dalam perkembangannya, inverter juga digunakan buat menjalankan kendaraan listrik. Selain itu, inverter juga digunakan dalam transmisi daya HVDC (High Voltage Direct Current atau arus langsung bertegangan tinggi). Dalam transmisi daya HVDC ini daya AC diralat dan

daya DC bertegangan tinggi ditransmisikan ke lokasi lain. Di lokasi lain tersebut inverter berfungsi mengubah daya DC kembali menjadi daya AC.

Pada variable frequency drives juga dibutuhkan inverter. Variable frequency drives mengontrol kecepatan beroperasi mesin AC dengan mengendalikan frekuensi dan tegangan daya yang diberikan ke mesin. Inverter pada variable frequency drives berfungsi menyediakan daya yang terkendali. Umumnya, variable frequency drives dilengkapi dengan perata arus sehingga daya DC yang mengalir ke inverter bisa menghasilkan daya AC yang sesuai.

Pendingin ruangan alias air conditioner pun kini dilengkapi dengan inverter. Sebenarnya, pendingin ruangan semacam itu dilengkapi dengan variable frequency drives yang menggunakan inverter sebagai salah satu komponennya) guna mengendalikan kecepatan mesin dan kompresornya. Itulah berbagai penggunaan inverter pada mesin - mesin- elektrik yang membantu kehidupan kita.

Pada intinya, inverter didesain buat mengubah daya DC ke AC. Namun lebih jauh lagi alat ini juga dapat digunakan buat mengubah taraf tegangan daya (AC maupun DC), sinkron frekuensi yang diinginkan. Daya yang dihasilkan inverter tidak dapat melampaui daya yang dimasukkan ke dalamnya (artinya, output tidak mungkin lebih besar dari input). Dengan inverter, peralatan elektronik menjadi lebih efisien dalam menggunakan energy listrik sehingga peralatan tersebut tak mudah panas.

E. Pompa

Pompa adalah alat yang digunakan untuk memindahkan cairan (fluida) dari suatu tempat ke tempat yang lain, melalui media pipa (saluran) dengan cara menambahkan energi pada cairan yang dipindahkan dan berlangsung terus menerus.

Pompa beroperasi dengan prinsip membuat perbedaan tekanan antara bagian hisap (suction) dan bagian tekan (discharge). Perbedaan tekanan tersebut dihasilkan dari sebuah mekanisme misalkan putaran roda impeler yang membuat keadaan sisi hisap nyaris vakum. Perbedaan tekanan inilah yang mengisap cairan sehingga dapat berpindah dari suatu reservoir ke tempat lain.

Pada jaman modern ini, posisi pompa menduduki tempat yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Pompa memerankan peranan yang sangat penting bagi berbagai industri misalnya industri air minum, minyak, petrokimia, pusat tenaga listrik dan sebagainya.

Pompa juga dapat digunakan pada proses-proses yang membutuhkan tekanan hidraulik yang besar. Hal ini bisa dijumpai antara lain pada peralatan-peralatan berat. Dalam operasi, mesin-mesin peralatan berat membutuhkan tekanan discharge yang besar dan tekanan isap yang rendah. Akibat tekanan yang rendah pada sisi isap pompa maka fluida akan naik dari kedalaman tertentu, sedangkan akibat tekanan yang tinggi pada sisi discharge akan memaksa fluida untuk naik sampai pada ketinggian yang diinginkan.

Dalam aplikasi kehidupan sehari-hari banyak sekali aplikasi yang berkaitan dengan pompa. Contoh pompa yang di temui dalam kehidupan sehari-hari antara lain pompa air, pompa diesel, pompa hydrant, pompa bahan bakar dan lain-lain. Dari sekian banyak pompa yang ada tentunya mempunyai prinsip kerja dan kegunaan yang berbeda-beda, walaupun pada akhirnya pompa adalah alat yang di gunakan untuk memberikan tekanan yang tinggi pada fluida.

a. Pompa Air Rumah Tangga

Untuk memenuhi kebutuhan air sehari-hari dalam sebuah rumah, biasanya kita membutuhkan minimal 1 buah pompa air untuk mendistribusi air dari sumber ke seluruh titik air (sumber air dapat berupa sumur atau penampungan air di bawah). Untuk memudahkan konsumsi air, biasanya kita membangun tower air dengan ketinggian tertentu.



Gambar 2.5. Pompa Booster

Dalam kondisi ini kita menghisap air dari sumber air di bawah dengan pompa untuk disimpan pada tower air (toran). Selanjutnya dengan tower air, kita memanfaatkan gaya gravitasi bumi untuk membuat air

mengalir melalui pipa tanpa perlu bantuan pompa lagi. Untuk kebutuhan di lantai bawah sistem itu mungkin berjalan baik.

Tapi, untuk air di lantai dua bisa bermasalah karena gaya gravitasinya sudah rendah. Rumah anda mungkin memerlukan pompa tambahan lain dari toran ke titik air untuk beberapa keperluan yang memerlukan tekanan air tertentu seperti waterheater gas atau mesin cuci modern. Bisa jadi dengan gaya gravitasi tekanan yang disyaratkan tidak tercapai. Pompa ini biasanya disebut pompa booster.

b. Pompa Air Sentrifugal

Pompa sentrifugal adalah sebuah jenis pompa yang sangat laris digunakan dalam dunia industri. Pompa ini termasuk dalam jenis pompa kerja dinamis atau non positive displacement.

Pompa sentrifugal sendiri memiliki prinsip kerja yang mengubah energy kinetis yang berawal dari kecepatan aliran sebuah fluida menjadi energy potensial atau energy dinamis. Fluida tersebut mengalir melalui impeller yang berputar di dalam casing pompa.



Gambar 2.6. Pompa Sentrifugal

Sifat dari hidrolis pompa ini adalah memindahkan energy yang terdapat pada daun (baling-baling) pompa dengan memakai dasar pengubahan arah aliran atau yang juga disebut dengan fluid dynamics.

Kapasitas yang dihasilkan oleh pompa sentrifugal selalu sebanding dengan putaran. Total head atau tekanan yang dihasilkan oleh pompa sentrifugal akan sebanding dengan pangkat dua dari kecepatan putaran. Pompa sentrifugal ini dikenal akan bentuknya yang sederhana, tidak memakan banyak tempat, ringan, serta tidak menghabiskan banyak biaya untuk instalasi dan perawatan.

Tabel 2.2 Daftar Harga Pompa Air beserta Spesifikasinya

| Daftar Pompa | Daya Listrik | Daya Hisap / Daya Pancar | Harga |
|----------------------|--------------|--------------------------|---------------|
| Shimitzu PS 128 Bit | 125 watt | 9 meter / 33 meter | Rp 575.000,00 |
| Sanyo PWH 75C | 75 watt | 6 meter / 20 meter | Rp 450.000,00 |
| Shimitzu Jet 108 Bit | 100 watt | 11 meter / 26 meter | Rp 650.000,00 |

F. Kontrol Level Tangki Air (Radar)

Kata RADAR merupakan nama merk / brand sebuah perangkat elektronik yang dijual dalam kemasan berisi sepasang pemberat, sebuah saklar dilengkapi tali dan sebuah penyangga (bracket) saklar tersebut.

Fungsi RADAR itu sendiri sama dengan saklar lampu. Bedanya, kalau pada saklar lampu, kita sendiri yang harus menyala-matikan switch. Sedangkan pada saklar RADAR, menyala-matikan swith dikerjakan oleh

kedua pemberatnya. Saklar RADAR bereaksi berdasarkan berat dari tali yang diikatkan ke kedua pemberat tersebut.



Gambar 2.7 Radar

Konsep Kerja dan Kegunaan Radar Ketika ditaruh ke air tanpa terikat tali, 90% bagian dari kedua pemberat akan tenggelam. Sehingga, jika kondisi air dalam tangki penuh, keduanya seharusnya berada di permukaan air. Sedangkan, saat kondisi air dalam tangki surut, keduanya harus dalam posisi tergantung. Perbedaan berat yang dihasilkan dari kedua pemberat dari kedua kondisi permukaan tinggi air dalam tangki itulah, yang digunakan sebagai pemicu menyala-matikan saklar RADAR.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

1. Waktu

Pelaksanaan kegiatan penelitian ini dimulai pada bulan Mei 2023 sampai dengan bulan Desember 2023.

2. Tempat

Tempat untuk melakukan kegiatan penelitian ini dilakukan di Jl. Sultan Alauddin No. 259 Gunung Sari kecamatan Rappocini kota Makassar.

B. Alat dan Bahan

Pada penelitian ini dibutuhkan beberapa alat dan bahan yang membantu dalam proses pembuatan. Alat dan Bahan tersebut adalah;

1. Alat Rancang Bangun

Peralatan yang digunakan dalam rancang bangun alat ini, antara lain;

Tabel 3.1 Peralatan yang digunakan dalam rancangan

| MATERIAL | JUSTIFIKASI PEMAKAIAN | KUANTITAS |
|------------|----------------------------------|-----------|
| Multimeter | Pengukuran tegangan dan arus | 1 buah |
| Obeng | Mengencangkan dan melepas sekrup | 1 buah |
| Tang | Memegang Komponen | 1 buah |
| Grinder | Pengasahan dan pemotongan besi | 1 buah |
| Alat Las | Penyambungan Besi | 1 buah |

2. Bahan Rancangan

Bahan yang digunakan dalam rancang bangun alat ini, antara lain;

Tabel 3.2 Bahan yang digunakan dalam rancangan

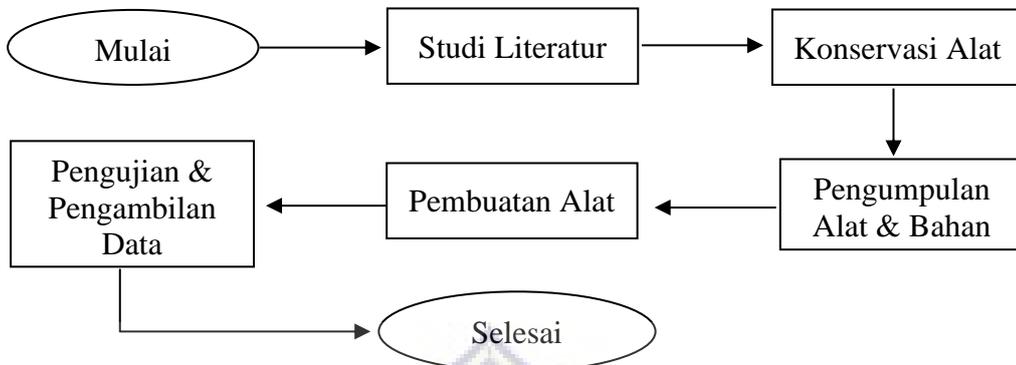
| MATERIAL | JUSTIFIKASI PEMAKAIAN | KUANTITAS |
|--------------------|---------------------------------|------------|
| Panel Surya | Sumber Energi Listrik | 1 buah |
| Inverter | Pengubah Daya DC ke AC | 1 buah |
| Charger controller | pengontrol overcharging battery | 1 buah |
| Radat | Pengontrol Air pada tangki | 1 buah |
| Pompa Air | Pembebanan | 1 buah |
| Pipa | Jalur Air | Secukupnya |
| Terminal | Penyambung Kabel | Secukupnya |
| Kabel | Penghantar energi listrik | Secukupnya |
| Cable ties | Pengikat kabel | Secukupnya |

C. Metode Penelitian

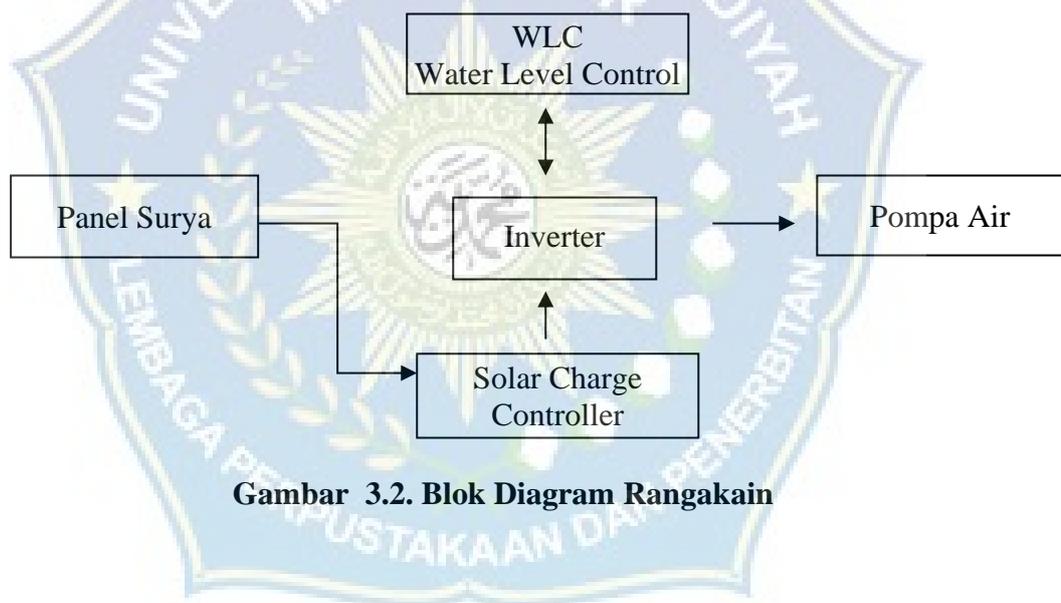
Pada penelitian ini kami menggunakan metode eksperimen. Metode eksperimental adalah pendekatan yang melibatkan pengumpulan data melalui percobaan yang di kendalikan secara sistematis.

Instrumen penelitian adalah alat yang digunakan untuk mengumpulkan data atau mengukur subyek dari suatu variabel penelitian. Dalam hal ini kami menggunakan multimeter, kalkulator dan *stopwatch*.

D. Flowchart



Gambar 3.1. Flow chart



Gambar 3.2. Blok Diagram Rangkaian

E. Teknik Pengumpulan Data

Pengujian yang dilakukan dalam pengumpulan data yaitu sebagai berikut;

1. Pengujian tegangan keluaran Panel Surya.
2. Pengujian Panel Surya dengan Pompa Air.

F. Metode Analisis Data

Dari Pengambilan Data diperoleh kemampuan Panel Surya serta Battery untuk mampu memberikan energy pada Pompa Air agar dapat berguna dan tahan lama. Dari data yang diperoleh maka selanjutnya data dianalisis dengan acuan teori yang tertera di Tinjauan Pustaka. Selanjutnya menyimpulkan hasil rancang bangun ini berdasarkan analisis yang telah dilakukan dan dibukukan dalam suatu laporan akhir kegiatan.



BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian dan Pembahasan

1. Perhitungan perencanaan alat

Dalam perhitungan perencanaan alat Sistem Pompa Air Berbasis Panel Surya

- Perhitungan Keperluan Daya

Pompa Air Rumah Tangga = 75 watt x 1 jam = 75 watthour

Jadi Keperluan beban = 75 watthour

Jumlah Solar cell Panel yang dibutuhkan satu panel dibutuhkan 20 watt

(perhitungan Pemakaian Panel maksimum 5 jam tenaga surya)

Kebutuhan Solar Cell Panel = $(75 / 20 * 5) = 1$ Panel Surya

Panel Surya 20 wp dengan pemakaian 5 jam

Panel Surya 20 wp = $20 \times 5 = 100$ watt/day

Pompa Air = 75 watt

Total = $100 - 75 = 25$ watt / day

Jadi Masih ada sisa 25 watt

2. Pengukuran Waktu Penggunaan Energi Pada Pompa Air

Dalam pengujian yang dilakukan diketahui bahwa pengukuran waktu pemakaian Pompa yang ideal yaitu :

a. Variasi Waktu Pompa Air tanpa Pengisapan

1) Pompa Air 75 watt tanpa pengisapan dengan Panel Surya 20wp dan Accu 12v 50AH

t = 34 menit 47 detik 16 sec

2) Pompa Air 100 watt tanpa pengisapan dengan Panel Surya 20wp dan Accu 12v 50AH

t = 26 menit 0 detik 37 sec

3) Pompa Air 125 watt tanpa pengisapan dengan Panel Surya 20wp dan Accu 12v 50AH

t = 20 menit 45 detik 07 sec

b. Variasi Waktu Pompa Air dengan Pengisapan sedalam 1 meter

a. Pompa Air 75 watt dengan Pengisapan sedalam 1 meter

t = 21 menit 35 detik 03 sec

b. Pompa Air 100 watt dengan Pengisapan sedalam 1 meter

t = 16 menit 19 detik 15 sec

c. Pompa Air 125 watt dengan Pengisapan sedalam 1 meter

t = 13 menit 35 detik 02 sec

Tabel 4.1 Data Waktu Pemakaian Pompa

| No | Daya Pompa | Waktu Pemakaian | Keterangan | |
|----|------------|-----------------|-------------------|--------------------|
| | | | Tanpa Penghisapan | Dengan Penghisapan |
| 1 | 75 watt | 34 : 47 : 16 | √ | - |
| 2 | 75 watt | 21 : 35 : 03 | - | √ |
| 3 | 100 watt | 26 : 00 : 37 | √ | - |

| | | | | |
|---|----------|--------------|---|---|
| 4 | 100 watt | 16 : 19 : 15 | - | √ |
| 5 | 125 watt | 20 : 45 : 07 | √ | - |
| 6 | 125 watt | 13 : 35 : 02 | - | √ |

Ket : √ = Dengan Pengisian Battery menggunakan Panel Surya selama 4 jam
 - = Pompa tidak digunakan

Rumus Pemakaian Energi

$$W = I^2 \times R \times t$$

1. Pemakaian Energi 75 watt tanpa Penghisapan

Dengan R = konstan

$$W = I^2 \times R \times t$$

$$W = (0,74)^2 \times R \times (34 : 47 : 16)$$

$$W = 0,5476 \times R \times 2087 \text{ sec}$$

$$W = 1142,8412 \text{ joule}$$

$$\text{Pemakaian per hari : } (75 / 1000) \times 34 \text{ menit}$$

$$(0,00075 \times 0,567 \text{ jam})$$

$$0,042525 \text{ kwh}$$

2. Pemakaian Energi 75 watt dengan Penghisapan

Dengan R = konstan

$$W = I^2 \times R \times t$$

$$W = (0,74)^2 \times R \times (21 : 35 : 03)$$

$$W = 0,5476 \times R \times 1295 \text{ sec}$$

$$W = 709,142 \text{ joule}$$

$$\text{Pemakaian per hari : } (75 / 1000) \times 21 \text{ menit}$$

$$(0,075 \times 0,35 \text{ jam})$$

$$0,02625 \text{ kwh}$$

3. Pemakaian Energi 100 watt tanpa Penghisapan

$$W = I^2 \times R \times t$$

$$W = (0,9)^2 \times R \times (26 : 00 : 37)$$

$$W = 0,81 \times R \times 1560$$

$$W = 1.263,6 \text{ joule}$$

$$\text{Pemakaian per hari : } (100/1000) \times 26 \text{ menit}$$

$$(0,1 \times 0,434 \text{ jam})$$

$$0,0434 \text{ kwh}$$

4. Pemakaian Energi 100 watt dengan Penghisapan

$$W = I^2 \times R \times t$$

$$W = (0,9)^2 \times R \times (16 : 19 : 15)$$

$$W = 0,81 \times R \times 979 \text{ sec}$$

$$W = 792,99 \text{ joule}$$

$$\text{Pemakaian per hari : } (100/1000) \times 18 \text{ menit}$$

$$(0,1 \times 0,3 \text{ jam})$$

$$0,03 \text{ kwh}$$

5. Pemakaian Energi 125 watt tanpa Penghisapan

$$W = I^2 \times R \times t$$

$$W = (1,3)^2 \times R \times (20 : 45 : 07)$$

$$W = (1,69) \times R \times 1265 \text{ sec}$$

$$W = 2137,85 \text{ joule}$$

$$\text{Pemakaian per hari : } (125 / 1000) \times 20 \text{ menit}$$

$$0,125 \times 0,34 \text{ jam}$$

$$0,0425 \text{ kwh}$$

6. Pemakaian Energi 125 watt dengan Penghisapan

$$W = I^2 \times R \times t$$

$$W = (1,3)^2 \times R \times 13 : 35 : 02$$

$$W = 1,69 \times R \times 815 \text{ sec}$$

$$W = 1377,35 \text{ joule}$$

Pemakaian per hari : $(125 / 1000) \times 13$ menit

0,125 x 0,2167 jam

0,0270875 kwh

Tabel 4.2 Data Pemakaian Pompa

| No | Pompa | Pemakaian Daya (Joule) | Pemakaian Perhari (kwh) | Keterangan | |
|----|----------|---------------------------|----------------------------|----------------------|-----------------------|
| | | | | Tanpa Penghisapan | Dengan Penghisapan |
| 1. | 75 watt | 1142,8412 joule | 0,042525 kwh | √ | - |
| 2. | 75 watt | 709,142 joule | 0,02625 kwh | - | √ |
| 3. | 100 watt | 1.263,6 joule | 0,0434 kwh | √ | - |
| 4. | 100 watt | 792,99 joule | 0,03 kwh | - | √ |
| 5. | 125 watt | 2137,85 joule | 0,0425 kwh | √ | - |
| 6. | 125 watt | 1377,35 joule | 0,0270875 kwh | - | √ |

Ket : √ = Dengan Pengisian Battery menggunakan Panel Surya selama 4 jam

- = Pompa tidak digunakan

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada tugas akhir ini, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil pengujian maka di dapatkan Lama Waktu Pemakaian Energi pada Beban yang rata –rata pemakaian tanpa penghisapan 26 menit 6 detik dan dengan penghisapan 17 menit 33 detik, yang Besar pemakaian Optimalnya tergantung pada Besarnya Daya Pada Panel Surya seta Besarnya Penyimpanan Energi tersebut dalam hal ini yaitu Battery atau ACCU.
2. Dengan menggunakan water level control maka air dalam tangki air dapat terjaga ketersediaannya.

B. Saran

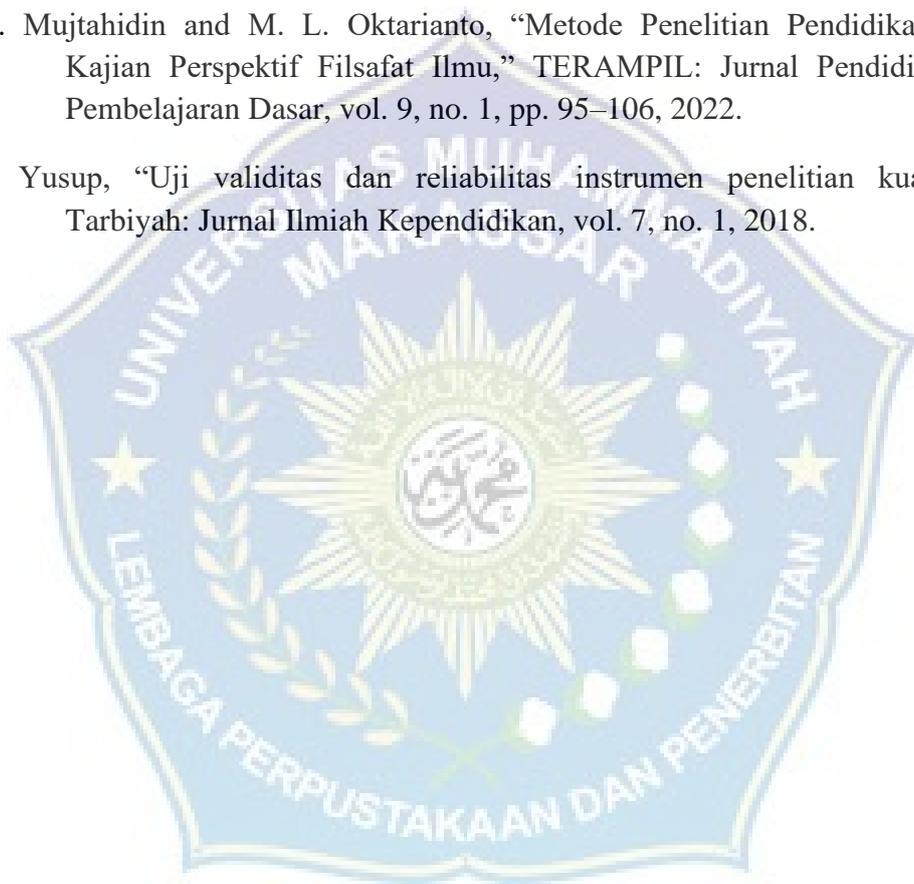
Berdasarkan hasil dan pembahasan pada Tugas Akhir ini, maka diperoleh saran sebagai berikut :

1. Menambahkan Penyuplai Energi melebihi Pemakaian Energi dapat mengoptimalkan kinerja satu Sistem dalam hal ini Panel Surya melebihi Beban yaitu Pompa Air, Contoh nya ingin menyalakan Pompa Air 75 watt minimal Panel Surya yang dipakai 100wp.
2. Penempatan Panel Surya baiknya di wilayah terbuka agar dapat menerima Cahaya Matahari langsung.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Effendi and F. Raynaldi, “Analisa Perhitungan Pompanisasi Irigasi Dengan Menggunakan Tenaga Panel Surya Di Daerah Koto Baru Simalanggang Payakumbuh,” *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 7, no. 2, pp. 128–132, 2018.
- M. M. Thamrin, S. Sariman, S. Dwijayanti, M. R. Ramadhan, and B. Y. Suprpto, “PENGOPTIMALAN ENERGI CADANGAN BERBASIS SWITCHING CHARGE DENGAN MENGGUNAKAN SOLAR CELL PADA RANCANG BANGUN MINI PDAM,” *Applicable Innovation of Engineering and Science Research (AVoER)*, pp. 689–694, 2019.
- A. Rozaq, M. F. Jauhari, and R. K. Hardinto, “Implementasi Teknologi Pompa Air Tenaga Surya Di Desa Karyabaru Kecamatan Barambai Kabupaten Barito Kuala,” *Jurnal Impact: Implementation and Action*, vol. 1, no. 2, pp. 92–109, 2019.
- S. Darma, “Analisa perkiraan kemampuan daya yang dibutuhkan untuk perencanaan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS),” *Jurnal Ampere*, vol. 2, no. 1, pp. 39–53, 2017.
- A. Z. NIAM and M. WIDYARTONO, “Prototipe Mesin Stirling Menggunakan Panas Sinar Matahari Sebagai Energi Alternatif,” *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 9, no. 2, 2020.
- M. Myson, “Desain Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pada Daerah Pesisir Kuala Tungkal Tanjab Barat,” *Jurnal Civronlit Unbari*, vol. 1, no. 1, pp. 69–82, 2016.
- R. T. Jurnal, “IMPLEMENTASI LOGIKA FUZZY UNTUK SISTEM OTOMATISASI PENGATURAN PENGISIAN BATERE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA: Tri Joko Pramono, Dhami Johar Damiri, Supriadi Legino,” *Energi & Kelistrikan*, vol. 9, no. 2, pp. 111–119, 2017.
- H. Alwani, A. Sofijan, and F. Ariati, “EVALUASI SISTEM PENERANGAN DAN PEMAKAIAN ENERGI PADA KANTOR KESATUAN BRIMOB TALANG KELAPA PALEMBANG,” *Applicable Innovation of Engineering and Science Research (AVoER)*, pp. 793–805, 2019.
- Y. PATANTAN and I. SETIAWAN, “ANALISIS BIAYA LAMPU JALAN DENGAN MENGGUNAKAN SOLAR CELL DI KOTA MAKASSAR”.
- T. Rihayat, “Nelly Safitri Teuku Rihayat Shafira Riskina”.

- R. H. S. Suriadi and C. Fanni, "Rancang Bangun Sistem Pengisian Baterai Menggunakan Solar Cell Berbasis Mikrokontroler ATmega328".
- Y. A. Sinaga, A. S. Samosir, and A. Haris, "Rancang bangun inverter 1 phasa dengan kontrol pembangkit Pulse Width Modulation (PWM)," *J. Rekayasa dan Teknol. Elektro, Univ. Lampung*, vol. 11, no. 2, 2017.
- I. N. Gusniar, "Optimalisasi sistem perawatan pompa sentrifugal di Unit utility PT. ABC," *Majalah Ilmiah SOLUSI*, vol. 1, no. 01, 2014.
- M. Mujtahidin and M. L. Oktianto, "Metode Penelitian Pendidikan Dasar: Kajian Perspektif Filsafat Ilmu," *TERAMPIL: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Dasar*, vol. 9, no. 1, pp. 95–106, 2022.
- F. Yusup, "Uji validitas dan reliabilitas instrumen penelitian kuantitatif," *Tarbiyah: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, vol. 7, no. 1, 2018.





MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
UPT PERPUSTAKAAN DAN PENERBITAN

Alamat kantor: Jl.Sultan Alauddin No.259 Makassar 90221 Tlp.(0411) 866972,881593, Fax.(0411) 865588

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

SURAT KETERANGAN BEBAS PLAGIAT

UPT Perpustakaan dan Penerbitan Universitas Muhammadiyah Makassar,
Menerangkan bahwa mahasiswa yang tersebut namanya di bawah ini:

Nama : Arsyidin / Alim
Nim : 105821112818 / 105821100818
Program Studi : Teknik Elektro

Dengan nilai:

| No | Bab | Nilai | Ambang Batas |
|----|-------|-------|--------------|
| 1 | Bab 1 | 4 % | 10 % |
| 2 | Bab 2 | 17 % | 25 % |
| 3 | Bab 3 | 8 % | 10 % |
| 4 | Bab 4 | 2 % | 10 % |
| 5 | Bab 5 | 5 % | 5 % |

Dinyatakan telah lulus cek plagiat yang diadakan oleh UPT- Perpustakaan dan Penerbitan Universitas Muhammadiyah Makassar Menggunakan Aplikasi Turnitin.

Demikian surat keterangan ini diberikan kepada yang bersangkutan untuk dipergunakan seperlunya.

Makassar, 07 Agustus 2023
Mengetahui

Kepala UPT- Perpustakaan dan Penerbitan,



BAB I Arsyidin / Alim

105821112818 / 105821100818

by Tahap Tutup



Submission date: 07-Aug-2023 09:30AM (UTC+0700)

Submission ID: 2142357943

File name: MATERI_UJI_PLAGIAT_UJIAN_TUTUP_BAB_1.docx (28.31K)

Word count: 340

Character count: 2119

ORIGINALITY REPORT

4%

SIMILARITY INDEX

4%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

jurnal.polibatam.ac.id

Internet Source

4%



Exclude quotes

Exclude matches

Exclude bibliography



BAB II Arsyidin / Alim

105821112818 / 105821100818

by Tahap Tutup



Submission date: 07-Aug-2023 09:31AM (UTC+0700)

Submission ID: 2142358588

File name: MATERI_UJI_PLAGIAT_UJIAN_TUTUP_BAB_II.docx (461.95K)

Word count: 4202

Character count: 26758

ORIGINALITY REPORT

17%

SIMILARITY INDEX

17%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

2%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

| | | |
|---|---|----|
| 1 | ulyadays.com Internet Source | 6% |
| 2 | docshare.tips Internet Source | 4% |
| 3 | jagoanilmu.net Internet Source | 2% |
| 4 | 123dok.com Internet Source | 2% |
| 5 | eprints.polsri.ac.id Internet Source | 2% |
| 6 | repositori.usu.ac.id Internet Source | 2% |

Exclude quotes On

Exclude matches < 2%

Exclude bibliography On

BAB III Arsyidin / Alim

105821112818 / 105821100818

by Tahap Tutup



Submission date: 07-Aug-2023 09:31AM (UTC+0700)

Submission ID: 2142359099

File name: MATERI_UJI_PLAGIAT_UJIAN_TUTUP_BAB_III.docx (47.75K)

Word count: 213

Character count: 1291

ORIGINALITY REPORT

8%

SIMILARITY INDEX

8%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

pt.scribd.com

Internet Source

4%

2

id.123dok.com

Internet Source

4%

Exclude quotes

Exclude bibliography

Exclude matches < 2%



BAB IV Arsyidin / Alim

105821112818 / 105821100818

by Tahap Tutup



Submission date: 07-Aug-2023 09:32AM (UTC+0700)

Submission ID: 2142359444

File name: MATERI_UJI_PLAGIAT_UJIAN_TUTUP_BAB_IV.docx (61.72K)

Word count: 777

Character count: 3112

ORIGINALITY REPORT

2%

SIMILARITY INDEX

2%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

id.scribd.com

Internet Source

1%

2

docobook.com

Internet Source

1%



turnitin

Exclude quotes

On

Exclude matches

Off

Exclude bibliography

On



BAB V Arsyidin / Alim

105821112818 / 105821100818

by Tahap Tutup



Submission date: 07-Aug-2023 09:33AM (UTC+0700)

Submission ID: 2142360034

File name: MATERI_UJI_PLAGIAT_UJIAN_TUTUP_BAB_V.docx (14.88K)

Word count: 158

Character count: 901

ORIGINALITY REPORT

5%

SIMILARITY INDEX

5%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

mybloogadress.blogspot.com

Internet Source

5%



Exclude quotes

On

Exclude matches

On

Exclude bibliography

On

