

RANCANG BANGUN *TRACKING PANEL SURYA BERBASIS ARDUINO*



LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Pendidikan Diploma Tiga (D-3) Program Studi Teknik Telekomunikasi
Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Ujung Pandang

A. Ahmad Fadhel Palongengi

322 20 053

Aufa Nur Faiz Haedar

322 20 057

PROGRAM STUDI D-3 TEKNIK TELEKOMUNIKASI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
MAKASSAR
2023

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan tugas akhir dengan judul "**Rancang Bangun Tracking Panel Surya Berbasis Arduino**" oleh A. Ahmad Fadhel Palongengi NIM 322 20 053 dan Aufa Nur Faiz Haedar NIM 322 20 057 dinyatakan layak untuk diseminarkan.

Makassar, September 2023

Menyetujui,

Pembimbing I



Dr. Ir. Hafsa Nirwana, S.T., M.T.
NIP 19640405 199003 2 002

Pembimbing II



Dr. Umar Katu, S.T., M.T.
NIP 19730820 200801 1 005

Mengetahui,

Koordinator Program Studi D-3 Teknik Telekomunikasi



Yonjati, S.S.T., M.T.
NIP 19770603 200212 2 002

HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini, Jum'at tim penguji ujian sidang Laporan Tugas Akhir telah menerima hasil ujian sidang Laporan Tugas Akhir oleh mahasiswa A.Ahmad Fadhel Palongengi NIM 322 20 053 dan Aufa Nur Faiz Haedar NIM 322 20 057 dengan judul "Rancang Bangun *Tracking Panel Surya Berbasis Arduino*".

Makassar, September 2023

Tim Penguji Ujian Sidang Laporan Tugas Akhir:

- | | | |
|---|---------------|---------|
| 1. Muhammad Mimsyad, S.T.,
M.Eng., Ph.D. | Ketua | (.....) |
| 2. Rizal A. Duyo, S.T., M.T. | Sekretaris | (.....) |
| 3. Sulwan Dase, S.T., M.T. | Anggota | (.....) |
| 4. Yedi George Yefri Lely, S.ST.,
M.T. | Anggota | (.....) |
| 5. Dr. Ir. Hafsa Nirwana, M.T. | Pembimbing I | (.....) |
| 6. Dr. Umar Katu, S.T., M.T. | Pembimbing II | (.....) |
- 

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala karena atas berkat rahmat dan karunia-Nya, penulisan laporan tugas akhir ini yang berjudul “ **Rancang Bangun Tracking Panel Surya berbasis Arduino** ” dapat diselesaikan dengan baik.

Dalam penulisan laporan tugas akhir ini tidak sedikit hambatan yang penulis alami. Namun, berkat bantuan berbagai pihak terutama pembimbing, hambatan tersebut dapat teratasi. Sehubungan dengan itu, pada kesempatan dan melalui lembaran ini penulis menyampaikan terimakasih dan penghargaan kepada:

1. Allah Subhanahu Wa Ta'ala, Sang Maha Pencipta yang telah memberikan kekuatan, pengetahuan kesehatan, serta lindungan pada hamba-Nya.
2. Kedua orang tua penulis yang telah memberikan doa dan dukungan yang besar kepada penulis.
3. Bapak Ir. Ilyas Mansur, M.T. selaku direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang,
4. Bapak Ahmad Rizal Sultan, S.T., M.T., Ph.D. selaku ketua jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang.
5. Ibu Yuniarti, S.T., M.T. selaku ketua Program Studi Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Ujung Pandang.
6. Ibu Nurul Khaerani, S.T.,M.T selaku Wali Kelas 3C Teknik Telekomunikasi.
7. Ibu Dr. Ir. Hafsa Nirwana, M.T. selaku dosen pembimbing I yang memberikan arahan dan masukan dalam pengerjaan tugas akhir ini.
8. Bapak DR. Umar Katu, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing II yang memberikan arahan dan masukan dalam pengerjaan tugas akhir ini.
9. Seluruh staf pengajar Politeknik Negeri Ujung Pandang yang telah membimbing dan memberikan materi perkuliahan kepada penulis.
10. Rekan-rekan sejawat dan juga rekan di luar kampus, dan seluruh pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah membantu dalam penyusunan laporan baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini belum sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan laporan tugas akhir ini dan demi perbaikan pada masa mendatang. Semoga laporan tugas akhir ini bermanfaat bagi pembacanya.

Makassar, September 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PENERIMAAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN.....	x
SURAT PERNYATAAN	xi
SURAT PERNYATAAN	xii
RINGKASAN	xiii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
10.1. Latar Belakang.....	1
10.2. Rumusan Masalah.....	3
10.3. Tujuan Masalah	3
10.4.Ruang Lingkup Masalah	3
10.5.M anfaat Penelitian	4
BAB II	5
2.1. Solar Tracking dan Non Tracking.....	5
2.2. Solar Electrical Converter.....	5
2.2.1. Prinsip kerja Solar Electrical Converter	6
2.2.2. Jenis Solar Electrical Converter	7
2.3. Arduino	8
2.4. Light Dependent Resistant (LDR)	9
2.5. Motor Servo	9
2.6. Baterai	10
2.7. Inverter	11
2.2.3. Cara kerja Inverter.....	12
BAB III.....	14

METODE KEGIATAN	14
3.1. Tempat dan Waktu Kegiatan.....	14
3.2. Alat dan Bahan.....	14
3.3. Prosedur Langkah Kerja.....	16
3.3.1. Perancangan Mekanik.....	16
3.3.2. Perancangan Rangkaian	16
3.3. Langkah-Langkah Pengujian Sistem	22
3.4. Teknik Analisis Data.....	22
BAB IV.....	24
HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1 Hasil Perancangan Alat	24
4.2 Hasil Pengujian Alat	26
BAB V	40
PENUTUP.....	40
5.1 Kesimpulan	40
5.2 Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN.....	45

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Alat dan Bahan tracking panel surya berbasis Arduino	15
Tabel 4. 1 Data hasil pengujian panel surya tanpa penjejak matahari tanpa beban	27
Tabel 4. 2 Data hasil pengujian panel surya tanpa penjejak matahari dengan beban	28
Tabel 4. 3 Data hasil pengujian panel surya menggunakan penjejak matahari tanpa beban	30
Tabel 4. 4 Data hasil pengujian panel surya menggunakan penjejak matahari dengan pengisian aki	31
Tabel 4. 5 Data hasil pengujian Alat PZEM-004T yang menggunakan beban lampu listrik sebagai objek pengujian.	39
Tabel 4. 6 Data hasil pengujian Alat PZEM-004T yang menggunakan beban Charger Handphone yang sedang mengisi daya sebagai objek pengujian.	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Struktur Dasar Sel Surya (Solar Cell).	6
Gambar 2. 2 Ilustrasi prinsip kerja panel surya	7
Gambar 2. 3 Arduino UNO	9
Gambar 2. 4 Sensor Cahaya (LDR)	10
Gambar 2. 5 Motor DC	10
Gambar 2. 6 Baterai	12
Gambar 2. 7 Inverter	13
Gambar 2. 8 Cara kerja inverter	14
Gambar 3. 1 Tampak Depan dari Tiang Penyangga Panel Surya	17
Gambar 3. 2 Tampak Samping Tiang Penyangga Panel Surya	17
Gambar 3. 3 Diagram Perancangan Tracking Panel Surya berbasis Arduino	18
Gambar 3. 4 Flowchart Perancangan	20
Gambar 3. 5 Flowchart Monitoring Ppanel Surya	21
Gambar 3. 6 Flowchart Kontrol Otomatis Lampu Berbasis Aplikasi	22
Gambar 4. 1 Gambar Hasil Perancangan Mekanik	25

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

PLN	= Perusahaan Listrik Negara
IoT	= <i>Internet of Things</i>
LDR	= <i>Light Dependent Resistor</i>
°	= Derajat
PV	= <i>Photovoltaic</i>
p	= positif
n	= negatif
Ω	= Ohm
AC	= <i>Alternating Current</i>
DC	= <i>Direct Current</i>
H ₂ SO ₄	= Asam Sulfat
Pb	= Timbal
%	= Persen
WP	= Watt Peak
A	= Ampere
mm	= milimeter
km	= kilometer
PID	= <i>Proportional Integral Derivative</i>
PWM	= <i>Pulse With Modulation</i>
P	= Daya

SURAT PERNYATAAN

Kami yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : A. Ahmad Fadhel Palongengi

NIM : 32220053

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam Laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Rancang Bangun *Tracking Panel Surya Berbasis Arduino*” merupakan gagasan dan hasil karya kami sendiri dengan arahan komisi pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apapun pada perguruan tinggi dan instansi manapun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang telah diterbitkan dari penulis telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam Laporan Tugas Akhir ini.

Jika pernyataan kami tersebut tidak benar, kami siap menanggung resiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, November 2023



322 20 053

SURAT PERNYATAAN

Kami yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Aufa Nur Faiz Haedar

NIM : 32220057

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam Laporan Tugas Akhir ini yang berjudul "Rancang Bangun *Tracking Panel Surya Berbasis Arduino*" merupakan gagasan dan hasil karya kami sendiri dengan arahan komisi pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apapun pada perguruan tinggi dan instansi manapun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang telah diterbitkan dari penulis telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam Laporan Tugas Akhir ini.

Jika pernyataan kami tersebut tidak benar, kami siap menanggung resiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, November 2023



322 20 057

RANCANG BANGUN *TRACKING PANEL SURYA BERBASIS ARDUINO*

RINGKASAN

Indonesia mengalami dua musim, hujan dan kemarau, dengan musim kemarau menjadi peluang untuk menggunakan energi matahari melalui panel surya. Tantangannya adalah menghadap langsung ke matahari yang terus bergerak karena rotasi Bumi. Meskipun listrik sangat penting, PLN masih banyak menggunakan batubara dengan cadangan yang terbatas. Energi terbarukan, terutama matahari, memiliki potensi besar, meski memerlukan investasi tinggi. Penelitian terkini fokus pada pengembangan pelacak panel surya berbasis Arduino dengan sensor LDR dan motor untuk optimalisasi pemanfaatan energi matahari.

Pada penelitian ini dirancang panel surya penjejak matahari menggunakan Arduino dengan motor servo sebagai penggerak panel surya. Perhitungan dilakukan dengan membandingkan output yang dihasilkan menggunakan penjejak matahari dan tanpa menggunakan penjejak matahari di dua hari berbeda.

Hasil perancangan didapatkan nilai dari output panel surya, dengan menggunakan penjejak matahari dan tanpa penjejak matahari. Panel surya penjejak matahari mengikuti arah matahari dari pukul 09:00-16:00 dimulai dari sudut 45° , pada pukul 09:00 menghasilkan daya 44.55 W, hingga sudut 169° pada pukul 16:00 menghasilkan daya 28.9 W. Panel surya tanpa penjejak matahari mengikuti arah matahari dari pukul 09:00-16:00 dengan sudut 90° , pada pukul 09:00 menghasilkan daya 32.48 W, pada pukul 16:00 menghasilkan daya 18.706 W. Penelitian kali ini didapatkan bahwa menggunakan penjejak matahari lebih efektif dibanding tanpa menggunakan penjejak panel surya.

Kata Kunci : Panel Surya, *Tracking Panel*, Arduino, Daya, Sudut

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia berada di lintas garis khatulistiwa, sehingga mengalami dua musim dalam satu tahun, yaitu musim hujan dan musim kemarau. Karena letaknya yang berada di garis khatulistiwa, Indonesia menerima sinar matahari yang cukup pada musim kemarau. Energi yang dihasilkan oleh matahari merupakan salah satu dari energi yang dapat dikonversi menjadi energi listrik dengan sebuah alat yang berupa panel surya dan merupakan energi terbarukan. Untuk mendapatkan hasil maksimal, panel surya harus berhadapan langsung dengan sinar matahari, dikarenakan posisi matahari tidak selalu berada pada posisi yang sama sebab adanya rotasi bumi, maka daya serap panel surya tidak maksimal.

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan pokok bagi masyarakat yang sangat penting dan sebagai sumber daya ekonomis yang paling utama yang dibutuhkan dalam berbagai kegiatan. Di masa yang akan mendatang kebutuhan listrik akan meningkat seiring dengan adanya peningkatan dan perkembangan baik dari jumlah penduduk, jumlah investasi, perkembangan teknologi termasuk didalamnya perkembangan dunia pendidikan untuk semua jenjang pendidikan. Perusahaan Listrik Negara (PLN) yang merupakan lembaga yang menjamin ketersediaan energi listrik di Indonesia, sebagian besar sumber pembangkitnya masih menggunakan batubara, yang dimana sesuai perkiraan, cadangan batubara global akan habis sekitar 112 tahun ke depan.

Energi terbarukan adalah sumber energi yang tersedia oleh alam dan pemanfaatannya bisa dilakukan secara terus-menerus. Hal ini selaras dengan pernyataan *International Energy Agency* (IEA) yang juga menyatakan bahwa energi terbarukan adalah energi yang berasal dari proses alam yang diisi ulang terus menerus. Salah satu energi baru dan terbarukan yang tidak habis pakai yaitu energi matahari. Matahari adalah sumber energi terbesar dan bersifat lanjutan, terkhusus

elektromagnetik yang dipancarkan matahari. Akan tetapi, biaya investasi yang tidak sedikit membuat pemanfaatan energi matahari masih sangat sedikit. Beberapa cara dari sisi teknologi dan penekanan biaya investasi yang terus dan masih dilakukan oleh para peneliti dan ilmuwan agar energi ini dapat dirasakan oleh semua orang dan untuk mengurangi emisi karbon yang dihasilkan bahan bakar fosil. Pemanfaatan energi matahari sebagai sumber energi alternatif untuk mengatasi krisis energi, khususnya minyak bumi, yang terjadi sejak tahun 1970-an mendapat perhatian yang cukup besar dari banyak negara di dunia. Di samping jumlahnya yang tidak terbatas, pemanfaatannya juga tidak menimbulkan polusi yang dapat merusak lingkungan. Cahaya atau sinar matahari dapat dikonversi menjadi listrik dengan menggunakan teknologi sel surya.

Internet of things merupakan sebuah konsep di mana suatu benda atau objek ditanamkan teknologi-teknologi seperti sensor dan software dengan tujuan untuk berkomunikasi, mengendalikan, menghubungkan, dan bertukar data melalui perangkat lain selama masih terhubung ke internet. *Internet of things* sangat berpengaruh bagi kelangsungan hidup manusia, terutama dalam hal efisiensi waktu. Sistem kontrol perangkat elektronik secara manual, termasuk menyalaakan lampu biasanya orang malas melakukannya. Apabila dalam keadaan tersebut, IoT sangat membantu dalam pengontrolan perangkat elektronik.

Penelitian-penelitian yang terkait dengan perancangan dan penerapan IoT telah banyak dilakukan, seperti yang dilakukan oleh Kusuma dan Muhammad Andi Ubaidillah (2022) yang melakukan penelitian mengenai IoT tapi masih menggunakan listrik berbayar. Terdapat juga penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Firdaus dan Ahmad Yani (2019) yang melakukan penelitian penjejak matahari menggunakan Arduino ATMEGA 2560 sebagai mikrokontroler dan sensor LDR sebagai pendekksi cahaya namun hanya sebatas melakukan pengisian baterai.

Oleh karena itu, pada penelitian kali ini penulis akan merancang *tracking* panel surya berbasis Arduino. *Tracking* matahari ini bekerja dengan pendekksi cahaya matahari menggunakan mikrokontroler Arduino dan sensor LDR yang dipasang di bagian sisi pada tiang penyangga panel sel surya serta motor sebagai

penggerak untuk mengikuti arah sinar matahari. Dengan alat monitoring panel surya yang bisa diakses dimana saja selama *smartphone* masih terhubung dengan koneksi internet, serta menyalakan lampu berbasis IoT dengan sumber energi listrik dari panel surya.

1.2. Rumusan Masalah

Dari latar belakang diatas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah

1. Bagaimana cara merancang dan membuat *tracking* panel surya berbasis Arduino?
2. Bagaimana prinsip kerja dari *tracking* panel surya?
3. Bagaimana cara memonitoring penggunaan listrik yang berasal dari panel surya?
4. Bagaimana cara menyalakan dan mematikan lampu menggunakan aplikasi *blynk*?

1.3. Tujuan Masalah

Adapun tujuan masalah yang ingin dicapai adalah :

1. Dapat merancang dan membuat *tracking* pada panel surya berbasis Arduino.
2. Dapat mengetahui prinsip kerja dari *tracking* panel surya.
3. Dapat memonitoring penggunaan listrik yang berasal dari panel surya.
4. Dapat menyalakan dan mematikan lampu menggunakan aplikasi.

1.4. Ruang Lingkup Masalah

Yang menjadi ruang lingkup masalah penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini menggunakan Arduino, sensor LDR dan motor servo sebagai alat *tracking* matahari.
2. Pengambilan data dilakukan dengan *tracking* solar dan non *tracking* solar.
3. Monitoring penggunaan listrik menggunakan Sensor PZEM hanya untuk mengukur arus, tegangan, dan daya.

4. Pengujian dilakukan hanya untuk menyalakan dan mematikan lampu menggunakan aplikasi *blynk*.
5. Penelitian ini dilakukan di Jalan Racing Centre, Kecamatan Panakkukang, Kota Makassar.

1.5. Manfaat Penelitian

Dengan adanya pemakaian dari alat *tracking* panel surya berbasis Arduino, nantinya dapat mempunyai manfaat bagi:

- 1. Masyarakat**

Manfaat dari alat *tracking* matahari pada sel surya berbasis Arduino bagi masyarakat adalah mempermudah dalam memaksimalkan daya masukan dari panel surya tanpa memindahkannya secara manual untuk mengikuti arah sinar matahari dan memonitoring daya yang dihasilkan oleh panel surya.

- 2. Perguruan Tinggi**

Manfaat dari alat *tracking* matahari pada sel surya berbasis Arduino bagi universitas adalah untuk menjadi referensi pengembangan bahan penelitian dalam bidang teknologi.

- 3. Mahasiswa**

Manfaat dari penggunaan alat *tracking* panel surya berbasis Arduino ini bagi mahasiswa agar dapat dijadikan bahan penelitian lanjutan untuk meningkatkan ilmu pengetahuan teknologi dimasa yang akan datang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

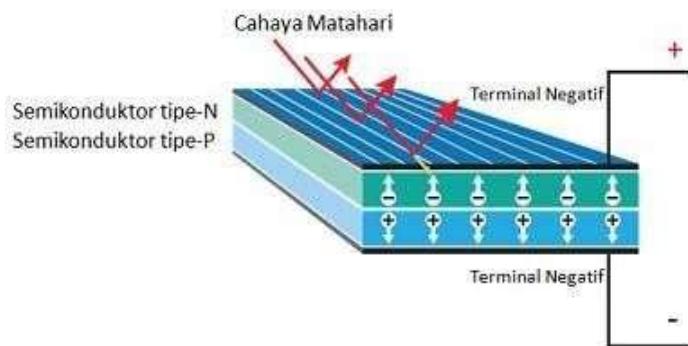
2.1. Solar Tracking dan Non Tracking

Tracking adalah proses penelusuran yang dapat digunakan untuk menelusuri suatu objek, warna, garis, dan lain-lain. Salah satu contoh pelacakan adalah pelacakan objek. Pelacakan objek adalah proses pelacakan dan pendeksi objek tertentu. Contoh penerapan pelacakan objek dapat diterapkan pada robot sepak bola beroda, dimana nantinya robot melacak pergerakan setiap bola dan saat robot pendeksi bola tersebut, robot menuju ke arah bola.

Solar Tracking System adalah alat yang membuat solar panel bergerak secara otomatis dari 5° ke 100° dan digerakkan oleh motor servo yang mengikuti input dari sensor LDR. Model solar tracking yang dihasilkan merupakan prototipe yang menggunakan sensor cahaya berupa DT Sense Light Sensor dan modul yang bekerja dengan sistem operasi Arduino. Sedangkan *Non Tracking* tanpa menggunakan penjejak matahari berbasis Arduino. *Non Tracking* hanya menggunakan panel surya tanpa mengikuti arah datangnya sinar matahari.

2.2. Solar Electrical Converter

Solar Electrical Converter atau Panel Surya adalah suatu perangkat atau komponen yang dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip efek Photovoltaic. Efek Photovoltaic adalah suatu fenomena dimana munculnya tegangan listrik karena adanya hubungan atau kontak dua elektroda yang dihubungkan dengan sistem padatan atau cairan saat mendapatkan energi cahaya. Oleh karena itu, sel surya sering disebut juga dengan Sel *Photovoltaic* (PV). Efek PV ini ditemukan oleh Henry Becquerel pada tahun 1839. seperti yang diilustrasikan pada gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Struktur Dasar Sel Surya (Solar Cell)

2.2.1. Prinsip kerja Solar Electrical Converter

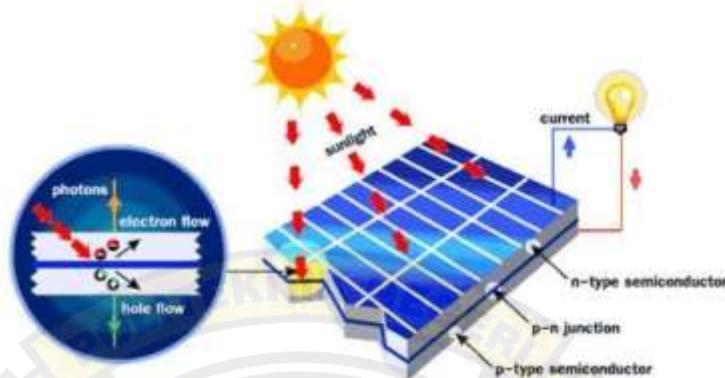
Prinsip kerja Solar Electrical Converter atau panel surya dimulai ketika radiasi matahari yang terdiri dari foton mengenai atom semikonduktor silikon dari panel surya, sehingga menghasilkan energi yang besar untuk memisahkan elektron dari struktur atom. Elektron yang terpisah dan bermuatan negatif bergerak di daerah konduktor dari material semikonduktor dan atom yang kehilangan elektronnya, maka strukturnya akan kosong, yang disebut hole yang bermuatan positif.

Jika ada elektron bebas yang sifatnya negatif, maka bisa menjadi pendonor elektron atau disebut dengan semikonduktor tipe "n" sedangkan untuk semikonduktor dengan hole bermuatan positif akan menjadi penerima elektron atau semikonduktor tipe "p". Daerah positif dan negatif itulah bisa memunculkan energi yang kemudian mendorong elektron dan hole menjadi berlawanan. Di mana elektron akan jauh dari daerah negatif dan hole akan jauh dari daerah positif.

Jika ada elektron bebas yang bersifat negatif, maka bisa menjadi penyalur elektron atau semikonduktor tipe "n". Dan untuk semikonduktor dengan hole bermuatan positif, itu akan menjadi penerima elektron atau semikonduktor tipe "p". Antara daerah yang bermuatan positif dan negatif bisa memunculkan energi kemudian mendorong elektron dan hole berlawanan. Oleh karena itu elektron jauh dari daerah negatif dan hole jauh dari daerah positif.

Saat Anda memberikan alat-alat listrik, seperti lampu maupun televisi di antara daerah positif dan negatif tersebut, maka arus listrik yang terjadi bisa Anda

manfaatkan untuk menerangi rumah Anda atau untuk menonton televisi. Pada Gambar 2.2 adalah bentuk dari prinsip kerja solar panel.



Gambar 2. 2 Ilustrasi prinsip kerja panel surya

2.2. Jenis Solar Electrical Converter

Solar Electrical Converter atau panel surya mempunyai tiga jenis variasi yang berbeda dari cara pembuatan, penampilan, kinerja, proses pemasangan hingga biayanya. Masing-masing mempunyai kelebihan dan kekurangan masing-masing. Berikut tiga jenis utama solar panel berdasarkan jenisnya;

a. *Monocrystalline Silicon*

Jenis panel surya yang pertama adalah *Monocrystalline Silicon*. Panel surya tipe ini menggunakan material silikon sebagai bahan utama penyusun sel surya. Material silicon ini diiris tipis menggunakan teknologi khusus. Dengan digunakannya teknologi inilah, kepingan sel surya yang dihasilkan akan identik satu sama lainnya dan juga memiliki kinerja tinggi.

Tipe panel surya ini menggunakan sel surya jenis *crystalline* tunggal yang memiliki efisiensi yang tinggi. Secara fisik, tipe panel surya ini dapat dikenali dari warna sel hitam gelap dengan model terpotong pada tiap sudutnya.

b. *Polycrystalline*

Jenis panel surya ini terbuat dari beberapa batang kristal silikon yang dicairkan, setelah itu dituangkan dalam cetakan yang berbentuk persegi. Kristal silikon dalam jenis panel surya ini tidak semurni pada sel surya *monocrystalline*.

Jadi, sel surya yang dihasilkan tidak identik antara satu sama lainnya. Efisiensinya pun lebih rendah dari *monocrystalline*.

Tampilan dari jenis panel surya ini tampak seperti ada motif pecahan kaca di dalamnya. Bentuknya adalah persegi, jadi kalau panel surya ini disusun, susunannya akan rapat dan tidak ada ruangan kosong yang sia-sia.

c. *Thin Film Solar Cell (TFSC)*

Jenis-jenis panel surya yang terakhir adalah *thin film solar cell*. Jenis panel surya ini dibuat dengan cara menambahkan sel surya yang tipis ke dalam sebuah lapisan dasar. Karena bentuk dari TFSC ini tipis, jadi panel surya ini sangat ringan dan fleksibel. Ketebalan lapisannya bisa diukur mulai dari nanometers hingga micrometers.

Begitulah beberapa jenis-jenis panel surya yang perlu Anda ketahui. Semoga bermanfaat bagi semuanya, khususnya yang ingin mengetahui tentang jenis-jenis panel surya.

2.3. Arduino

Arduino adalah mikrokontroler / pengendali mikro papan tunggal (single board) yang bersifat sumber terbuka dan menjadi salah satu proyek Open Source Hardware yang paling populer. Dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Perangkat kerasnya memiliki prosesor Atmel AVR . Softwarenya terdiri dari beberapa alat yakni Integrated Development Environment(IDE), Text-Editor, Compiler, Serial Monitor, dan Serial ISP Programmer. Pada gambar ini adalah bentuk dari Arduino.



Gambar 2. 3 Arduino UNO

2.4. Light Dependent Resistant (LDR)

LDR adalah komponen elektronik dengan resistansi yang dapat berubah sesuai intensitas cahaya. Prinsip kerja LDR adalah ketika cahaya mencapai LDR, hambatan LDR berkurang, sehingga arus yang mengalir melalui LDR meningkat.

Saat gelap, resistansi LDR meningkat dan arus yang mengalir melalui LDR berkurang. Fenomena inilah yang dimanfaatkan sebagai sensor cahaya. Adanya perbedaan nilai arus dari sensor digunakan sebagai masukan analog pada Arduino.

Besarnya hambatan LDR itu sendiri berbeda-beda tergantung dari ukuran dan bentuknya. Semakin rapat pola garis pada permukaan, semakin besar perubahan resistansinya (lebih sensitif terhadap cahaya). Naik turunnya resistansi sebanding dengan jumlah cahaya yang diterima. Nilai resistansi LDR mencapai $200\text{ k}\Omega$ pada kondisi gelap dan turun menjadi $500\text{ }\Omega$ pada kondisi terang. Sebelum ditempatkan pada mikrokontroler, LDR hadir pada rangkaian pembagi tegangan pada. Ini karena resistansi diubah oleh LDR menjadi tegangan yang sesuai dengan persyaratan input mikrokontroler. Pada Gambar 2.4 adalah bentuk dari *Light Dependent Resistance* (LDR)



Gambar 2. 4 Sensor Cahaya (LDR)

2.5. Motor Servo

Motor servo adalah jenis motor listrik yang dirancang khusus untuk menghasilkan gerakan presisi dan terkontrol dengan tepat. Motor ini bekerja berdasarkan prinsip umpan balik, yang berarti motor menerima sinyal dari sensor posisi dan berusaha untuk mencapai atau mempertahankan posisi tertentu sesuai

dengan perintah yang diberikan. Motor servo umumnya digunakan dalam aplikasi di mana presisi dan akurasi sangat penting, seperti robotika, otomasi industri, kendali penerbangan, kamera digital, dan perangkat CNC (Computer Numerical Control). Mereka dapat menggerakkan mekanisme dengan cepat dan dengan tingkat ketepatan yang tinggi, serta mampu menghentikan atau memperlambat pergerakan dengan presisi yang luar biasa. Motor servo sering dihubungkan dengan kontroler atau mikrokontroler untuk mengatur posisi dan kecepatan gerakan, dan umumnya digunakan dalam kombinasi dengan mekanisme penggerak seperti roda gigi atau batang sekrup untuk mentransfer gerakan menjadi tugas mekanis yang diinginkan. Hal ini membuat motor servo menjadi komponen kunci dalam banyak sistem otomasi yang memerlukan kendali yang tepat dan handal atas posisi dan pergerakan. Pada gambar 2.5 adalah bentuk dari Motor Servo.



Gambar 2. 5 Motor Servo

2.6. Baterai

Baterai adalah perangkat penyimpanan arus searah (DC) untuk energi listrik. Ada banyak jenis aki/baterai yang tersedia di pasaran, termasuk baterai basah/konvensional, hybrid, dan MF (*maintenance free*). Aki basah/konvensional mengacu pada penggunaan asam sulfat (H_2SO_4) dalam bentuk cair. Sedangkan aki MF juga sering disebut aki kering karena asam sulfatnya sudah dalam bentuk gel/selai. Untuk posisi penempatannya tidak ada masalah dengan aki kering, berbeda dengan aki basah.

Aki konvensional juga memiliki kandungan timbal (Pb) yang tinggi sekitar 2,5% untuk setiap sel positif dan negatif. Sedangkan tipe hybrid menghasilkan penurunan masing-masing menjadi 1,7%, hanya sel negatif yang ditambahkan

kalsium. Sedangkan sel positif aki MF/aki kering masih menggunakan timbal 1,7%, namun sel negatifnya tidak lagi menggunakan timbal, melainkan menggunakan kalsium 1,7%. Asam sulfat (H_2SO_4) masih bentuk cair dalam baterai Kalsium, tetapi hampir bebas perawatan karena laju penguapan sangat rendah dan dikondensasi kembali. Teknologi saat ini bahkan menggunakan silver sebagai senyawa sel negatif. Pada gambar 2.6 adalah bentuk dari Light baterai.



Gambar 2. 6 Baterai

2.7. Inverter

Inverter pada sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya adalah sebuah komponen atau alat pada sistem solar panel yang berfungsi untuk merubah arus DC (Direct Current) yang dihasilkan oleh panel surya menjadi arus listrik AC (Alternating Current).

Hampir semua peralatan rumah tangga seperti AC, TV, Kulkas, Charger HP, Charger Laptop, Komputer, Pompa Air, Lampu dll menggunakan Arus Listrik AC.

Solar panel pada sistem panel surya menghasilkan arus listrik DC, untuk dapat digunakan untuk kebutuhan sehari-hari harus diubah menjadi arus listrik AC menggunakan alat yang bernama inverter.

Selain bisa digunakan untuk kebutuhan rumah tangga, listrik AC yang dihasilkan inverter juga berguna untuk mengimpor kelebihan daya yang dihasilkan

sistem panel surya yang dihasilkan ke jaringan PLN untuk dapat dimanfaatkan kembali sebagai kredit jika sistem panel surya berhenti bekerja di malam hari.

Beberapa inverter dilengkapi dengan komponen charger untuk melakukan charge ke baterai pada sistem panel surya On-Grid dengan baterai & Off-Grid / Stand Alone. Pada gambar 2.7 adalah bentuk dari inverter.



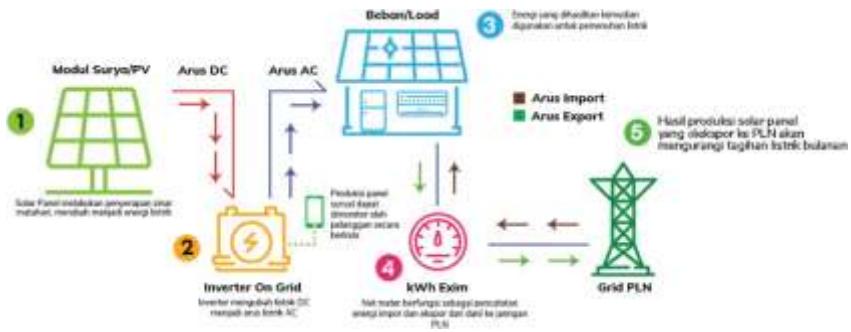
Gambar 2. 7 Inverter

2.2.3. Cara kerja Inverter

Panel surya menyerap cahaya matahari dan menghasilkan energi listrik DC. Untuk kebutuhan elektronik di rumah, umumnya menggunakan energi listrik AC bukan DC.

Panel surya menyerap energi radiasi dari cahaya matahari dan menghasilkan energi listrik DC, kemudian Solar Inverter berperan untuk mengubah energi listrik DC menjadi energi AC untuk suplai ke arah beban. Hal ini menjadikan inverter sebagai hal yang esensial pada sistem PLTS.

Alur panel surya On Grid Solar Inverter pada dasarnya mempunyai fungsi yang sama, yaitu mengubah arus listrik DC menjadi arus listrik AC. Selain fungsi dasar yang sama, inverter dapat dibagi menjadi beberapa jenis berdasarkan teknologi yang digunakan, yaitu Power Optimizer, Microinverter, dan String Inverter. Pada gambar ini adalah bentuk dari cara kerja inverter.



Gambar 2. 8 Cara kerja inverter

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian diatas, dapat disimpulkan:

1. Berdasarkan hasil penelitian, telah berhasil merancang dan membuat penjejak matahari pada panel surya berbasis arduino. Panel surya penjejak matahari mengikuti arah matahari dari pukul 09:00-16:00 dimulai dari sudut 45° pada pukul 09:00 hingga sudut 169° pada pukul 16:00.
2. Setelah melakukan penelitian, dapat diketahui prinsip kerja tracking panel surya. Penelitian ini menggunakan penjejak matahari *single axis* yang menggerakkan panel surya secara otomatis mengikuti pergerakan matahari sepanjang hari hanya dalam satu sumbu (timur-barat), sehingga panel surya selalu menghadap ke arah matahari secara optimal untuk meningkatkan efisiensi pengumpulan energi surya. Dengan menggunakan penjejak matahari mendapatkan puncak daya tertinggi 51.975 watt pada pukul 12:30 sedangkan puncak daya tertinggi tanpa penjejak matahari 50.032 watt pada pukul 12:00.
3. PZEM-004T telah terbukti sebagai alat yang sangat efektif dalam memonitor penggunaan listrik yang berasal dari panel surya. Dapat dilihat hasil monitoring penggunaan listrik pada tabel 4.5 dan tabel 4.6 Alat ini mampu memberikan data yang akurat dan terperinci tentang produksi energi surya dan konsumsi listrik, memungkinkan pemilik panel surya untuk mengoptimalkan penggunaan energi, menghemat biaya listrik, dan mengidentifikasi masalah dalam sistem dengan cepat.
4. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwakontrol lampu menggunakan ESP32, relay, dan Blynk dapat menyalakan dan mematikan lampu secara otomatis. Kontrol lampu menggunakan ESP32 merupakan solusi yang efektif dan responsif untuk mengotomatisasi dan meningkatkan pengendalian pencahayaan ruangan. Dengan kemampuan ini, pengguna dapat mengoptimalkan penggunaan energi dan kenyamanan di dalam rumah.

5.2 Saran

Adapun saran dari penulis dalam pengembangan tugas akhir ini adalah:

1. Gunakanlah penggerak selain motor servo untuk mengangkat panel surya dengan beban yang berat.
2. Penulis berharap agar penilitian ini bisa diimplementasikan secara langsung agar berguna bagi masyarakat



DAFTAR PUSTAKA

ATONENERGI. 3 Jenis Panel Surya, Mana Yang Terbaik?. <https://atonergi.com/3-jenis-panel-surya-mana-yang-terbaik/>. Diakses pada tanggal 3 Januari.

Dickson Kho. 2022. Pengertian Motor DC dan Prinsip Kerjanya. <https://teknikelektronika.com/pengertian-motor-dc-prinsip-kerja-dc-motor/>. Diakses pada tanggal 24 Desember 2022

Dickson Kho. 2022. Pengertian Sel Surya (Solar Cell) dan Prinsip Kerjanya. <https://teknikelektronika.com/?s=Sel+Surya+%28Solar+Cell%29%2C+Pengertian+dan+Prinsip+Kerjanya>. Diakses pada tanggal 25 Desember 2022

Firdaus dan Ahmad Yani. 2019. Rancang Bangun Penjejak Matahari untuk Optimasi Panel Surya. <http://digilib.poliupg.ac.id>

Hicell. Apa itu inverter pada sistem PLTS? Dan apa fungsinya?. <https://hicell.co.id/apa-itu-inverter-pada-sistem-plts-dan-apa-fungsinya/>. Diakses pada tanggal 9 Januari 2023.

Kementrian ESDM. Matahari untuk PLTS di Indonesia. <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/matahari-untuk-plts-di-indonesia> Diakses 8 Januari 2023

Kusuma dan Muhammad Andi Ubaidillah. 2022. Rancang dan Implementasi Smart Home System Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan LORA, <http://digilib.poliupg.ac.id/view/year/2022.html>

Mahardika,Gema. 2021. Perancangan *Solar Angle Tracking* sebagai Penentu Kemiringan *Photovoltaic* menggunakan Sensor LDR berbasis *Internet of Things*.

Rizky, Bagus M. 2020. Penggunaan Arduino UNO sebagai Alat *Tracking Matahari* pada PLTS 200 WP dengan Sistem *Solar charge*. Medan: Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Sanspower. 2020. Penuhi Kebutuhan Listrik Dengan Panel Surya Dan Dapatkan Segudang Manfaatnya. <https://www.sanspower.com/panel-surya-prinsip-kerja-dan-kegunaan-yang-bisa-didapatkan.html>. Diakses pada 26 Desember 2022.

SUN TERRA. APA ITU INVERTER PANEL SURYA?.
<https://www.sunterra.id/apa-itu-inverter-panel-surya/>. Diakses padatanggal 5 Januari 2023.

Wikipedia. Pengertian Arduino. <https://id.wikipedia.org/wiki/Arduino>. Diakses pada 8 Januari 2023.

2020. JUAL SOLAR CELL / PANEL SURYA HARGA MURAH
TERLENGKAP. <https://www.solarcellsurya.com/jenis-panel-surya/>.
Diakses pada 23 Desember 2022.



