



PEMANFAATAN PLTS SEBAGAI SUMBER ENERGI PENGENDALIAN SUHU RUANGAN BERBASIS ARDUINO

Farhan Eka Maulana¹⁾, Moh.Mukti Ariwibowo²⁾, Moh. Fairus Abadi³⁾, Hadiyansyah⁴⁾,
Nadia Aden Fillabda⁵⁾

¹⁾ Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Trunojoyo, Madura, Indonesia
Email: 230431100001@student.trunojoyo.ac.id

²⁾ Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Trunojoyo, Madura, Indonesia
Email: 230431100088@student.trunojoyo.ac.id

³⁾ Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Trunojoyo, Madura, Indonesia
Email: 230431100089@student.trunojoyo.ac.id

⁴⁾ Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Trunojoyo, Madura, Indonesia
Email: 230431100091@student.trunojoyo.ac.id

⁵⁾ Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Trunojoyo, Madura, Indonesia
Email: 230431100096@student.trunojoyo.ac.id

Abstract

The Issues Of Energy Crisis And Global Warming Have Driven Innovation In The Development Of Environmentally Friendly And Energy-Efficient Technologies. One Promising Solution Is The Utilization Of Solar Power Plants (PLTS) As A Renewable Energy Source For Small-Scale Electricity Needs, Such As In Room Temperature Control Systems. This Study Aims To Design And Implement A Room Temperature Control System Based On Arduino, Which Is Fully Powered By Energy From PLTS. The System Operates By Reading The Room Temperature Using A DHT22 Temperature Sensor, And Then Automatically Activates A Fan Or Cooling Device According To Predetermined Temperature Thresholds. All The Energy Used In This System Is Supplied By Solar Panels Connected To An Energy Storage And Conversion System. Testing Results Show That The System Functions Effectively In Maintaining Room Temperature Within A Comfortable Range And Is Capable Of Operating Independently Without Relying On The Conventional Power Grid. The Use Of PLTS In This System Not Only Provides Energy Efficiency But Also Contributes To Environmental Conservation Efforts By Reducing Carbon Emissions.

Keywords: Renewable Energy, Temperature Control, Arduino, Temperature Sensors, Atomation

Abstrak

Permasalahan Krisis Energi Dan Pemanasan Global Telah Mendorong Inovasi Dalam Pengembangan Teknologi Yang Ramah Lingkungan Serta Efisien Dalam Penggunaan Energi. Salah Satu Solusi Yang Menarik Adalah Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sebagai Sumber Energi Terbarukan Untuk Kebutuhan Listrik Skala Kecil, Seperti Pada Sistem Pengendalian Suhu Ruangan. Penelitian Ini Bertujuan Untuk Merancang Dan Mengimplementasikan Sistem Pengendalian Suhu Ruangan Yang Berbasis Arduino, Yang Sepenuhnya Didukung Oleh Energi Dari PLTS. Sistem Ini Beroperasi Dengan Cara Membaca Suhu Ruangan Menggunakan Sensor Suhu DHT22, Dan Kemudian Mengatur Kerja Kipas Atau Pendingin Secara Otomatis, Sesuai Dengan Ambang Batas Suhu Yang Telah Ditentukan Sebelumnya. Seluruh Energi Yang Digunakan Dalam Sistem Ini Berasal Dari Panel Surya Yang Terhubung Ke Sistem Penyimpanan Dan Konversi Energi. Hasil Pengujian Menunjukkan Bahwa Sistem Ini Dapat Berfungsi Dengan Efektif Dalam Menjaga Suhu Ruangan Dalam Rentang Yang Nyaman, Serta Dapat Beroperasi Secara Mandiri Tanpa Bergantung Pada Jaringan Listrik Konvensional. Penggunaan PLTS Dalam Sistem Ini Tidak Hanya Membawa Efisiensi Energi, Tetapi Juga Berkontribusi Pada Upaya Pelestarian Lingkungan Melalui Pengurangan Emisi Karbon.

Kata Kunci : Energi Terbarukan, Pengendalian Suhu, Arduino, Sensor Suhu, Otomatisasi



I. PENDAHULUAN

Kenaikan kebutuhan energi listrik dari tahun ke tahun menjadi tantangan besar bagi banyak negara, termasuk Indonesia. Ketergantungan pada sumber energi fosil seperti batu bara dan minyak bumi tidak hanya meningkatkan emisi karbon yang merusak lingkungan, tetapi juga menimbulkan risiko terhadap keberlanjutan pasokan energi di masa depan. Untuk itu, pengembangan dan pemanfaatan energi terbarukan menjadi perhatian utama dalam menghadapi krisis energi global. Salah satu sumber energi terbarukan yang paling potensial dan mudah dijangkau di wilayah tropis seperti Indonesia adalah energi surya. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) menawarkan solusi ramah lingkungan, efisien, dan dapat diterapkan secara fleksibel baik di area perkotaan maupun pedesaan. Di sisi lain, kenyamanan termal dalam suatu ruangan sangat dipengaruhi oleh suhu lingkungan. Ruangan yang terlalu panas dapat menurunkan produktivitas kerja, mengurangi kenyamanan, dan berpotensi berdampak negatif pada kesehatan. Sistem pendingin seperti kipas angin atau pendingin ruangan (AC) biasanya menggunakan energi listrik dari jaringan PLN. Namun, penggunaan alat-alat ini secara terus-menerus dapat menyebabkan konsumsi energi yang tinggi serta biaya operasional yang besar. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem yang dapat mengatur suhu ruangan secara otomatis dan hemat energi dengan memanfaatkan sumber energi alternatif.

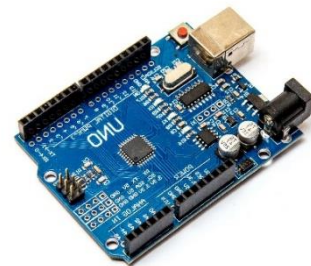
Dalam konteks ini, teknologi mikrokontroler seperti Arduino memegang peranan penting. Arduino adalah platform elektronik open-source yang fleksibel, mudah diprogram, dan sangat cocok untuk sistem otomatisasi berskala kecil hingga menengah. Dengan memanfaatkan sensor suhu, sistem berbasis Arduino dapat mendeteksi perubahan suhu ruangan dan secara otomatis mengaktifkan perangkat pendingin seperti kipas saat suhu melebihi batas tertentu. Ketika sistem ini dikombinasikan dengan PLTS sebagai sumber energinya, tercipta solusi yang tidak hanya efisien secara teknis, tetapi juga ramah lingkungan dan berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan merealisasikan sistem pengendalian suhu ruangan berbasis Arduino yang sepenuhnya didukung oleh energi dari

PLTS. Diharapkan, sistem ini dapat menjadi model penerapan energi terbarukan dalam kehidupan sehari-hari yang praktis, ekonomis, dan mudah dikembangkan. Dengan penerapan teknologi ini, diharapkan masyarakat dapat lebih mandiri dalam memenuhi kebutuhan energi serta berkontribusi dalam mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.

II. LANDASAN TEORI

2.1 Arduino UNO

Arduino UNO adalah sebuah papan mikrokontroler yang menggunakan chip ATmega328P dan sering dimanfaatkan dalam banyak proyek elektronik serta sistem otomatis. Papan ini dilengkapi dengan 14 pin digital I/O, di mana enam di antaranya bisa dipakai sebagai output PWM, dan terdapat enam pin input analog untuk membaca berbagai sinyal dari sensor. Dengan tegangan kerja 5V dan kecepatan clock 16 MHz, Arduino UNO dapat menjalankan instruksi dengan cepat dan efisien.



Gambar 1. Arduino UNO

Mikrokontroler ini diprogram dengan menggunakan bahasa pemrograman C/C++ yang sederhana melalui Arduino IDE, sehingga memungkinkan pengguna untuk menulis dan mengunggah kode dengan mudah. Selain itu, Arduino UNO memiliki banyak protokol komunikasi seperti UART, I2C, dan SPI, yang memungkinkan interaksi dengan berbagai modul tambahan seperti sensor, motor, dan layar LCD. Dalam penggunaannya, Arduino UNO sering diterapkan dalam sistem kontrol otomatis, proyek IoT, pemantauan sensor, serta eksperimen elektronika. Kemampuannya yang fleksibel, mudah digunakan, dan dukungan luas dari komunitas menjadikannya pilihan utama untuk berbagai proyek teknis dan akademis.



2.2 DHT22

DHT22 adalah sensor computerized yang digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban dengan tingkat akurasi tinggi. Sensor ini bekerja dengan prinsip kapasitif untuk mengukur kelembaban dan termistor untuk mengukur suhu. Information dikirim dalam arrange advanced melalui satu stick komunikasi, sehingga memudahkan integrasi dengan mikrokontroler seperti Arduino dan Raspberry Pi.

DHT22 memiliki rentang pengukuran suhu dari -40°C hingga 80°C dengan akurasi $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ serta rentang kelembaban dari 0% hingga 100% RH dengan akurasi $\pm 2-5\%$. Sensor ini beroperasi pada tegangan 3.3V hingga 5V dengan konsumsi daya yang rendah, menjadikannya perfect untuk aplikasi seperti sistem pemantauan lingkungan, otomatisasi rumah, dan perangkat IoT. Karena menggunakan komunikasi computerized satu kawat, DHT22 mampu mengirim information dengan kecepatan yang cukup stabil dan tahan terhadap interferensi sinyal.



Gambar 2. Sensor DHT22

2.3 LCD 16x2 I2C

LCD 16x2 I2C adalah modul layar berbasis Fluid Precious stone Show (LCD) yang memiliki 16 kolom dan 2 baris, digunakan untuk menampilkan karakter secara advanced. Modul ini dilengkapi dengan antarmuka I2C (Inter-Integrated Circuit) yang memungkinkan komunikasi hanya menggunakan dua jalur, yaitu SDA (Serial Information) dan SCL (Serial Clock), sehingga menghemat penggunaan stick pada mikrokontroler.

Dalam pengoperasiannya, LCD 16x2 bekerja dengan memanfaatkan kontroler bawaan (biasanya Hitachi HD44780) yang mengelola tampilan karakter di layar berdasarkan sinyal yang diterima dari mikrokontroler. Modul ini dapat menampilkan huruf, angka, dan simbol dengan arrange karakter berbasis matriks 5x8 atau

5x10 piksel. Dengan protokol I2C, pengguna dapat mengirimkan information secara efisien dengan hanya beberapa baris kode, membuatnya sangat populer dalam aplikasi mikrokontroler seperti Arduino dan ESP8266.

Keunggulan LCD 16x2 I2C meliputi penggunaan stick yang lebih sedikit, konsumsi daya yang rendah, serta kemampuan untuk menampilkan informasi yang lebih jelas dibandingkan dengan tampilan Driven 7-segmen. Modul ini sering digunakan dalam berbagai proyek seperti sistem pemantauan sensor, alat ukur, dan perangkat IoT untuk menampilkan information hasil pengukuran dalam bentuk teks.



Gambar 3. Lcd I2C

2.4 HX-M604

HX-M604 adalah modul pengendali pengisian baterai yang dirancang untuk bekerja dengan baterai bertegangan DC antara 6 hingga 60V. Modul ini berfungsi untuk melindungi baterai dari cheat dan overdischarge dengan cara mengontrol batas tegangan yang telah ditentukan melalui tombol advanced. Saat tegangan baterai mencapai ambang batas yang telah diatur, HX-M604 akan secara otomatis memutus atau menghubungkan aliran pengisian daya guna menjaga stabilitas dan efisiensi baterai. Modul ini memiliki akurasi tampilan dan kontrol yang cukup tinggi, dengan tingkat presisi hingga 0.1V, memungkinkan pengguna untuk melakukan pemantauan yang lebih detail terhadap kondisi baterai. Dengan desain yang kompak dan kemudahan integrasi, HX-M604 sering digunakan dalam sistem tenaga surya, pengisian baterai lithium maupun timbal-asam, serta berbagai aplikasi yang memerlukan pengendalian pengisian daya secara otomatis. Modul ini juga memiliki toleransi tegangan yang cukup ketat sehingga memberikan perlindungan ekstra terhadap sistem penyimpanan energi.



Gambar 4. HX-M604

2.5 Panel Surya 100Wp

Panel surya 100 WP adalah panel fotovoltaik yang mampu menghasilkan daya maksimum 100 watt dalam kondisi optimal, dengan intensitas cahaya sekitar 1000 W/m^2 dan suhu 25°C . Panel ini bekerja dengan mengubah sinar matahari menjadi listrik DC melalui efek fotovoltaik, menghasilkan tegangan sekitar 18V dan arus maksimum 5.5A. Umumnya digunakan dalam sistem tenaga skala kecil hingga menengah seperti penerangan rumah, pengisian baterai, dan perangkat elektronik, panel ini dapat dikombinasikan dengan komponen lain seperti pengontrol solar, baterai, dan inverter untuk membentuk sistem listrik mandiri. Keunggulannya meliputi pemasangan yang mudah, bobot ringan, serta masa pakai hingga 20–25 tahun, meskipun performanya dipengaruhi oleh kondisi cuaca, arah pemasangan, dan kebersihan panel. Untuk meningkatkan daya yang dihasilkan, beberapa unit panel dapat dihubungkan secara seri atau paralel, menjadikannya solusi praktis dalam pemanfaatan energi terbarukan.



Gambar 5. Panel Surya

2.6 Baterai 18650

Baterai 18650 adalah jenis baterai lithium-ion yang umum digunakan karena kapasitas tinggi, daya tahan lama, dan ukuran standar 18

mm $\times$ 65 mm. Setiap sel memiliki tegangan nominal 3,7V, sehingga untuk mencapai sekitar 12V, beberapa sel harus dihubungkan secara seri, misalnya 3 sel menghasilkan 11,1V dan 4 sel 14,8V, sementara dalam kondisi penuh dapat mencapai 12,6V dan 16,8V. Konfigurasi ini sering digunakan dalam perangkat portabel seperti power bank, lampu tenaga surya, dan penyimpanan energi untuk panel surya skala kecil.

Namun, penyusunan seri berisiko menyebabkan ketidakseimbangan tegangan antar sel, yang dapat memperpendek umur baterai atau menimbulkan bahaya seperti overcharging atau overheating. Untuk mengatasi hal ini, sistem biasanya dilengkapi dengan Battery Management System (BMS), yang berfungsi mengontrol pengisian, membatasi arus, dan menjaga keseimbangan tegangan antar sel agar aman serta efisien. Selain itu, baterai 18650 memiliki berbagai varian kapasitas, mulai dari 1500mAh hingga lebih dari 3500mAh, yang memengaruhi daya tahan dan kinerja perangkat yang menggunakannya. Dengan pemilihan dan perawatan yang tepat, baterai ini dapat menjadi solusi penyimpanan daya yang andal dan tahan lama.



Gambar 6. Baterai 18650

2.7 Modul Relay 5V

Modul relay 5V adalah perangkat elektronik yang berfungsi sebagai saklar otomatis yang dapat dioperasikan dengan sinyal voltase rendah, seperti yang dihasilkan oleh mikrokontroler (contohnya Arduino, ESP32, atau Raspberry Pi), untuk menyalakan atau memutuskan aliran listrik bertegangan tinggi, baik dalam bentuk AC maupun DC. Cara kerja modul ini berlandaskan



prinsip elektromagnetisme; saat menerima tegangan 5 volt pada bagian input, koil di dalam relay akan mengaktifkan saklar untuk menghubungkan terminal COM (Common) dengan NO (Normally Open) atau memisahkan dari NC (Normally Closed), tergantung pada skema rangkaian yang digunakan. Fitur ini memungkinkan mikrokontroler yang hanya mampu menghasilkan arus rendah untuk mengontrol perangkat seperti lampu, kipas angin, pompa air, dan berbagai peralatan rumah tangga lain yang memerlukan tegangan dan arus yang lebih besar.

Modul relay 5V umumnya memiliki satu atau lebih saluran, sesuai dengan banyaknya perangkat yang ingin dikendalikan. Selain terkait dengan komponen utama relay itu sendiri, modul ini juga memiliki optoisolator, dioda flyback, transistor pengendali, dan LED indikator yang memperlihatkan apakah relay sedang aktif atau tidak. Optoisolator berperan dalam memisahkan sirkuit kontrol dengan voltase rendah dari sirkuit bertegangan tinggi, sehingga melindungi mikrokontroler dari lonjakan arus balik. Modul ini sangat penting dalam penerapan otomatisasi dan sistem kontrol berbasis mikrokontroler karena memungkinkan integrasi dengan aman dan efektif antara perangkat berlogika rendah dan beban listrik besar.

2.8 Kipas Angin

Kipas AC adalah alat elektromekanis yang bertujuan menghasilkan aliran udara menggunakan arus listrik bolak-balik (AC) sebagai sumber energinya. Biasanya, alat ini dilengkapi dengan motor induksi satu fasa yang dirancang untuk bekerja langsung dengan voltase AC yang ada di rumah, misalnya 220V atau 110V, sesuai dengan standar yang berlaku di masing-masing wilayah.



Gambar 7. Kipas Angin AC

Ketika motor mendapatkan pasokan listrik, medan magnet yang terbentuk akan mendorong rotor untuk berputar, yang selanjutnya menggerakkan baling-baling untuk menciptakan aliran udara. Kipas AC banyak diaplikasikan dalam berbagai bidang, mulai dari ventilasi ruangan, pendinginan perangkat elektronik, hingga sistem HVAC (Pemanasan, Ventilasi, dan Pendinginan).

III. BAHAN DAN METODE

Berikut adalah pembahasan mengenai alat dan bahan, serta penjelasan metode dari penelitian ini.

3.1 Alat dan Bahan

Pada pembuatan project ini alat dan bahan yang diperlukan adalah sebagai berikut.

Tabel 1. Alat

No.	Nama Alat	Jumlah
1	Solder	1
2	Timah	1
3	Blower	1
4	Multimeter	1
5	Obeng	1
6	Gerinda	1
7	Tang Potong	1

Tabel 2. Bahan

No.	Nama Bahan	Jumlah
1	Kiapas	1
2	Kabel jumper	1
3	Batterai 18650	1
4	Modul relay	1
5	Sensor DHT22	1
6	LCD I2C	1
7	Panel Surya	1
8	Arduino UNO	1
9	HX-M604	1
10	Kabel AC	1

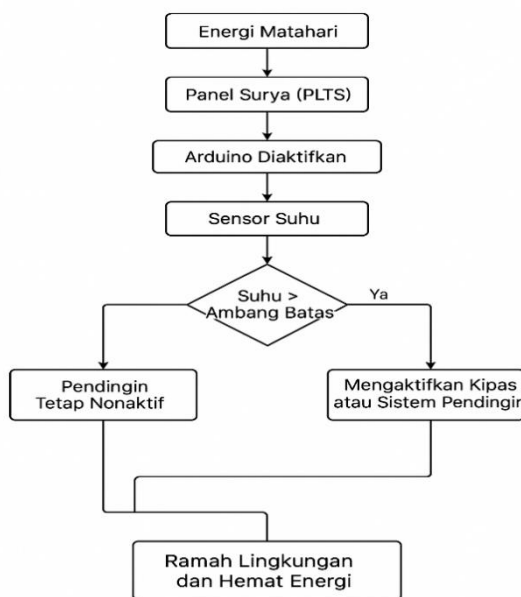
3.2 Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah simulasi dan eksperimen langsung, yaitu merancang dan menguji sebuah sistem pengendalian suhu dalam sebuah ruangan dengan memanfaatkan Energi Surya sebagai sumber utama yang dioperasikan secara otomatis menggunakan mikrokontroler Arduino. Proses penelitian dimulai dengan perancangan sistem, termasuk membuat rangkaian PLTS sederhana yang terdiri dari panel solar, pengatur daya,



baterai, dan inverter, serta merancang rangkaian sensor suhu tipe DHT22 yang terhubung ke Arduino untuk mengukur suhu ruangan secara langsung. Mikrokontroler Arduino kemudian diprogram untuk mengaktifkan unit pendingin atau kipas saat suhu ruangan melebihi nilai ambang yang telah ditentukan.

Langkah selanjutnya adalah pengumpulan data, yang dilakukan dengan menguji sistem dalam pengaturan nyata di sebuah ruangan tertutup, di mana suhu serta reaksi perangkat dikendalikan dan dicatat. Parameter yang diamati meliputi tegangan dan arus yang dihasilkan oleh PLTS, stabilitas daya yang disuplai kepada sistem Arduino, suhu yang diukur oleh sensor, serta waktu respons dari pengaktifan kipas. Data ini direkam secara berkala untuk mengevaluasi efisiensi operasional sistem, ketahanan daya panel surya, dan akurasi pengaturan suhu dari mikrokontroler.



Gambar 7. Flowcart

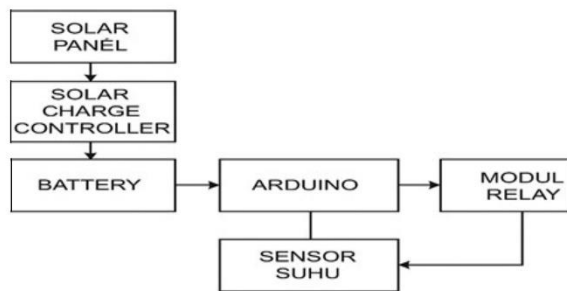
Tahap terakhir adalah analisis data, di mana hasil-hasil pengujian dibandingkan dengan kriteria yang diharapkan untuk sistem. Tujuan dari analisis ini adalah untuk menilai sejauh mana PLTS dapat menyediakan daya kepada perangkat pengendalian suhu berbasis Arduino secara berkelanjutan. Di samping itu, dilakukan penilaian terhadap efisiensi energi, keandalan sistem otomatis, serta potensi penerapan teknologi ini dalam skala kecil untuk ruangan-

ruangan di daerah yang belum terlayani oleh listrik dari PLN. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi model awal dalam pemanfaatan energi terbarukan sebagai solusi untuk pengendalian suhu yang lebih ramah lingkungan.

Diagram ini menunjukkan keterkaitan antara komponen kunci di dalam sistem, mulai dari sumber energi sampai ke sistem aktuator (relay) yang akan mengontrol perangkat pendingin seperti kipas angin. Berikut adalah penjelasan tentang alur sistem dalam bentuk paragraf:

Pertama, sistem dimulai dengan penggunaan panel surya yang berfungsi menangkap sinar matahari lalu mengonversinya menjadi energi listrik. Energi listrik yang dihasilkan oleh panel tersebut kemudian dialirkan ke pengontrol pengisian surya, yaitu alat yang bertugas untuk mengatur aliran dan tegangan agar pengisian baterai berjalan dengan aman dan efisien, sekaligus mencegah terjadinya overcharging. Selanjutnya, energi ini disimpan dalam baterai yang berfungsi sebagai sumber utama untuk sistem, termasuk mikrokontroler Arduino. Dari baterai, arus listrik kemudian diteruskan ke Arduino, yang menjadi otak dari sistem.

Arduino selanjutnya dihubungkan dengan sensor suhu (misalnya DHT11 atau DHT22) agar dapat memantau suhu di dalam ruangan secara terus-menerus. Apabila sensor mendeteksi suhu ruangan melebihi batas yang sudah ditentukan, Arduino memproses data tersebut dan mengirimkan sinyal ke modul relay. Relay ini berperan sebagai saklar elektronik yang bisa menghubungkan atau memutuskan arus listrik ke perangkat pendingin (seperti kipas AC atau DC). Dengan cara ini, Arduino dapat secara otomatis menyalakan atau mematikan perangkat pendingin sesuai dengan suhu yang terdeteksi. Sistem ini dirancang agar bisa beroperasi secara mandiri dengan memanfaatkan energi solar, sehingga menjadi solusi yang ramah lingkungan dan efisien untuk mengatur suhu ruangan.



Gambar 7. Flowcart 2

3.3 Langkah – Langkah

Diagram alur yang disajikan memperlihatkan cara kerja sistem pengendalian suhu ruangan yang memanfaatkan energi dari Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dan dikelola secara otomatis oleh Arduino. Proses ini dimulai dengan penggunaan energi matahari sebagai sumber utama. Energi yang berasal dari sinar matahari diserap oleh panel surya dan diubah menjadi energi listrik. Energi listrik ini berfungsi untuk mengoperasikan sistem, yang mencakup mikrokontroler Arduino sebagai unit utama pengendali. Setelah Arduino dinyalakan, sistem akan mulai mengukur suhu ruangan melalui sensor suhu yang terpasang.

Sensor suhu akan meneruskan data suhu secara langsung ke Arduino. Kemudian, Arduino akan memproses data tersebut dan membandingkannya dengan batas suhu yang telah ditetapkan sebelumnya. Jika suhu ruangan berada pada atau di bawah batas ini, maka sistem pendingin tidak akan beroperasi dan kipas akan tetap dalam keadaan mati untuk menghemat energi. Namun, jika suhu ruangan melebihi batas yang ditentukan, Arduino akan secara otomatis mengaktifkan kipas atau sistem pendingin lainnya untuk menurunkan suhu ruangan.

Sistem ini terus memantau suhu ruangan tanpa henti dan hanya mengaktifkan pendingin saat diperlukan, sehingga penggunaan energi menjadi lebih efisien. Karena seluruh sistem ini beroperasi dengan energi terbarukan dari panel surya, maka selain menghemat energi, sistem ini juga berkontribusi terhadap kelestarian lingkungan. Dengan demikian, diagram alur ini menunjukkan proses kerja otomatis yang mengintegrasikan teknologi mikrokontroler dengan sumber energi terbarukan untuk

menghasilkan solusi pengelolaan suhu ruangan yang cerdas, efisien, dan berkelanjutan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perancangan Alat

Sistem pengatur suhu ruangan ini menggunakan Arduino Uno, sensor DHT22, modul transfer, LCD, dan kipas pendingin untuk otomatis mengontrol suhu dan kelembaban berdasarkan information yang terdeteksi. DHT22 menawarkan pengukuran suhu dan kelembaban yang lebih presisi dibandingkan DHT11.

Sumber daya utama berasal dari board surya, yang kemudian menyimpan energi pada baterai 12V agar sistem tetap beroperasi meskipun cahaya matahari tidak tersedia. Baterai berfungsi sebagai cadangan daya dan menjaga kestabilan suplai energi untuk Arduino dan kipas pendingin. Sensor DHT22 membaca kondisi lingkungan dan mengirimkan information ke Arduino, yang kemudian memproses apakah kipas perlu diaktifkan berdasarkan ambang batas suhu yang ditentukan. Modul transfer digunakan untuk mengontrol kipas, sementara LCD 16x2 menampilkan information suhu dan kelembaban secara real-time agar pengguna dapat memantau kondisi ruangan.

Konfigurasi ini umum digunakan dalam ruang kerja, laboratorium, atau tempat penyimpanan barang sensitif terhadap suhu dan kelembaban. Selain itu, untuk menjaga daya baterai tetap ideal, sistem dapat dilengkapi dengan sun powered charge controller, yang berfungsi mengatur proses pengisian agar tidak terjadi cheating atau over-discharging yang dapat merusak baterai. Dengan kombinasi teknologi otomatisasi, penyimpanan energi, dan sumber daya terbarukan, alat ini menjadi solusi hemat energi, stabil, dan efisien dalam mengelola suhu ruangan. Fitur tambahan seperti IoT atau caution suhu berlebih juga dapat diintegrasikan untuk meningkatkan fungsionalitas sistem.

4.2 Perhitungan Pengecasan

Sistem pengisian baterai menggunakan panel surya memerlukan modul pengendali pengisian untuk memastikan efisiensi dan keamanan. Dalam laporan ini, kita menganalisis bagaimana panel surya 18V 100Wp digunakan untuk mengisi baterai 12V 1450mAh, serta peran



modul HX-M604 dalam regulasi tegangan dan proteksi.

4.2.1 Spesifikasi Sistem

- **Panel Surya:** 18V, 100Wp
- **Baterai:** 12V, 1450mAh (atau 1.45Ah)
- **Modul Pengendali:** HX-M604 (tegangan input 6-60V, kapasitas arus hingga 30A)
- **Efisiensi rata-rata sistem:** 80%

4.2.2 Perhitungan Kapasitas Batterai

Kapasitas baterai dalam **watt-hour (Wh)** dihitung menggunakan :

$$Wh = V \times Ah \quad (1)$$

$$Wh = 12V \times 1.45Ah = 17.4Wh$$

Jadi, baterai memiliki kapasitas **17.4Wh**

4.2.3 Perhitungan Arus Panel Surya

Arus maksimum dari panel surya dihitung dengan:

$$I = \frac{P}{V} \quad (2)$$

$$I = \frac{100W}{18V} = 5.56A$$

Panel surya mampu menghasilkan **5.56A** arus maksimum pada tegangan **18V**.

4.2.4 Perhitungan Waktu Pengisian

Waktu pengisian ideal tanpa rugi-rugi:

$$t = \frac{Wh}{P} \quad (3)$$

$$t = \frac{17.4Wh}{100W} = 0.174 \text{ jam} = 10.4 \text{ menit}$$

Dengan efisiensi sistem sekitar **80%**, waktu pengisian lebih realistis dihitung sebagai:

$$t_{real} = \frac{17.4Wh}{100W \times 0.8}$$

$$t_{real} = \frac{17.4}{80} = 0.2175 \text{ jam} = \pm 13 \text{ menit}$$

Jadi, baterai akan full dalam waktu **±13menit**

4.3 Analisa Kebutuhan

Sistem pengatur suhu ruangan berbasis Arduino dan board surya membutuhkan berbagai komponen untuk menjalankan fungsinya dengan ideal. Sensor DHT22 digunakan untuk mendapatkan information suhu dan kelembaban secara akurat, yang kemudian diproses oleh Arduino Uno untuk menentukan kapan kipas pendingin harus diaktifkan. Energi utama berasal dari board surya, dengan baterai 12V sebagai penyimpanan daya agar sistem tetap beroperasi bahkan ketika cahaya matahari tidak tersedia. Untuk menjaga performa baterai, sistem dilengkapi dengan sun oriented charge controller yang mengatur proses pengisian guna mencegah cheating atau over-discharging. Tampilan suhu dan kelembaban disediakan oleh LCD 16x2 agar pengguna dapat memantau kondisi lingkungan secara langsung. Selain itu, perlindungan terhadap lonjakan tegangan dan kestabilan daya menjadi faktor penting dalam desain, sehingga sistem ini harus dirancang agar dapat berfungsi dengan baik dalam jangka panjang dengan minim perawatan. Keandalan dan efisiensi energi menjadi fokus utama dalam penerapan teknologi ini, memastikan sistem dapat bekerja secara otomatis, hemat daya, dan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Potensi pengembangan seperti pemantauan berbasis IoT dan notifikasi suhu ekstrem dapat menjadi tambahan fitur untuk meningkatkan fungsionalitas sistem. Dengan kombinasi teknologi otomatisasi, pengelolaan daya yang stabil, dan sumber energi terbarukan, sistem ini memberikan solusi yang efektif dalam pengaturan suhu ruangan secara mandiri dan berkelanjutan.

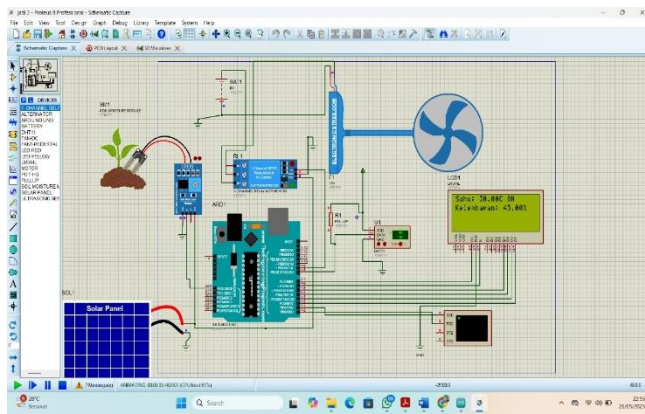
4.3 Sistem Skematik Rangkaian

Rangkaian ini merupakan system otomatis yang berfungsi untuk mengatur suhu di dalam



sebuah ruangan dengan memanfaatkan energi dari matahari (PLTS) sebagai sumber Utama, diolah melalui mikrokontroler Arduino Uno. Rangkaian ini terdiri dari sejumlah komponen penting yang saling terhubung untuk membentuk system yang terpadu:

Energi listrik dihasilkan oleh panel Surya yang berada di sisi kiri Bawah rangkaian. Energi tersebut kemudian digunakan untuk mengisi baterai penyimpanan (meskipun tidak terlihat secara fisik, dapat diasumsikan ada secara internal) dan digunakan untuk menyalakan Arduino serta semua perangkat yang terhubung. Arduino Uno berperan sebagai pusat pengendali dari system ini. Sensor suhu DHT22 bertugas untuk mengawasi suhu ruangan secara langsung, dan informasi tersebut ditampilkan pada LCD 16x2 dengan menggunakan komunikasi I2C.



Gambar 8. Sumilasi Proteus

Ketika suhu melebihi batas yang telah ditentukan dalam program Arduino, maka Arduino akan mengirimkan sinyal kepada modul relay untuk mengaktifkan kipas DC, yang bertugas untuk menurunkan suhu di dalam ruangan. Kipas tersebut mendapatkan energi dari sumber listrik PLTS. Selain itu, terdapat juga sensor kelembaban tanah yang meskipun bukan komponen Utama dalam regulasi suhu, dapat berfungsi sebagai bagian dari system pemantauan lingkungan yang berkelanjutan.

Selain itu, terdapat juga komunikasi serial serta kemungkinan untuk menggunakan modul tambahan seperti modul RTC atau sensor lainnya sebagaimana yang diperlihatkan dalam simulasi. Antarmuka pengguna juga didukung dengan tampilan di LCD serta indicator logika, yang

mempermudah pemantauan system saat beroperasi.

Secara keseluruhan, skematik ini menggambarkan system pengendalian suhu yang efisien dan ramah lingkungan, karena seluruh perangkat beroperasi menggunakan energi matahari dan bekerja secara otomatis untuk menjaga suhu di dalam ruangan tetap pada tingkat yang ideal.

4.4 Tabel Hasil Pengisian baterai

Tabel 3. Charge

N o	Pengisi an Tiap Menit	Hasil Pengisis an	Gambar
1.	Menit ke 1	1,3 Volt	
2.	Menit ke 2	2,7 Volt	
3.	Menit ke 3	3,9 Volt	
4.	Menit ke 4	5,2 Volt	
5.	Menit ke 5	6,1 Volt	



6.	Menit ke 6	7,4 Volt	
7.	Menit ke 7	8,6 Volt	
8.	Menit ke 8	9,8 Volt	
9.	Menit ke 9	10,5 Volt	
10 .	Menit ke 10	11,1 Volt	
11 .	Menit ke 11	11,7 Volt	
12 .	Menit ke 12	12,2 Volt	

4.5 Tabel Hasil Percobaan

Tabel 4. Implementasi

No.	Suhu	Hasil Percobaan	Keterangan
1	30.00°C		Hidup
2	29.70°C		Mati
3	31.30°C		Hidup
4	29.80°C		Mati
5	30.60°C		Hidup
6	29.90°C		Mati
7	30.30°C		Hidup



8	29.70°C		Mati	16	29.80°C		Mati
9	30.80°C		Hidup	17	30.20°C		Hidup
10	29.60°C		Mati	18	29.80°C		Mati
11	31.20°C		Hidup	19	30.60°C		Hidup
12	29.70°C		Mati	20	29.80°C		Mati
13	30.30°C		Hidup	21	30.20°C		Hidup
14	29.50°C		Mati	22	29.80°C		Mati
15	30.70°C		Hidup	23	31.10°C		Hidup



24	29.90°C		Mati
25	31.00°C		Hidup
26	29.70°C		Mati
27	30.30°C		Hidup
28	29.50°C		Mati
29	30.70°C		Hidup
30	29.80°C		Mati

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian, sistem pengendalian suhu ruangan berbasis Arduino yang menggunakan sumber energi dari Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) terbukti mampu bekerja secara otomatis, efisien, dan mandiri tanpa ketergantungan

pada jaringan listrik PLN. Sistem ini memanfaatkan sensor DHT22 untuk membaca suhu ruangan secara akurat, dan secara otomatis mengaktifkan kipas pendingin melalui modul transfer ketika suhu melebihi batas yang telah ditentukan, serta menampilkannya secara real-time pada LCD 16x2. Energi yang digunakan sepenuhnya berasal dari board surya 100 Wp dan disimpan dalam baterai 12V, dengan pengisian yang dikendalikan oleh modul HX-M604 untuk menjaga kestabilan daya. Dari hasil percobaan, sistem menunjukkan respon yang konsisten terhadap fluktuasi suhu, di mana kipas menyala saat suhu mencapai atau melebihi 30°C dan mati saat suhu kembali turun, sehingga mencerminkan efisiensi penggunaan energi. Dengan memanfaatkan energi terbarukan dan teknologi mikrokontroler, sistem ini memberikan solusi pengendalian suhu yang ramah lingkungan, hemat energi, dan cocok diterapkan di wilayah yang belum terjangkau listrik konvensional. Selain itu, sistem ini memiliki potensi besar untuk dikembangkan lebih lanjut dengan fitur seperti pemantauan berbasis IoT, notifikasi suhu ekstrem, atau algoritma kontrol pintar, guna meningkatkan kenyamanan, efisiensi, dan fleksibilitas penggunaannya di berbagai bidang.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Nugroho, *Pembangkit Listrik Tenaga Surya: Teori dan Praktik*, Yogyakarta: Deepublish, 2020.
- A. Purwanto and T. Hidayat, "Implementasi Sensor DHT22 pada Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban Berbasis Arduino," *Jurnal Teknologi dan Rekayasa*, vol. 15, no. 2, pp. 88–94, 2021.
- Adafruit Industries, "DHT22 Temperature-Humidity Sensor Datasheet," 2021. [Online]. Available: <https://learn.adafruit.com>
- Arduino, "Arduino UNO Documentation," 2023.
- E. Wahyudi, *Dasar-Dasar Mikrokontroler Arduino dan Pemrogramannya*, Bandung: Informatika, 2019.
- ElectronicWings, "HX-M604 Charging Controller Datasheet," 2022.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, *Statistik Energi Surya Nasional Tahun 2022*, Jakarta: Direktorat Jenderal EBTKE, 2022.
- M. Syamsudin, *Energi Terbarukan: Teknologi, Potensi, dan Pengembangannya di Indonesia*, Jakarta: Prenada Media, 2018.



- R. Ramadhan and R. Santoso, "Pemanfaatan Panel Surya untuk Sistem Otomatisasi Rumah Berbasis Mikrokontroler," *J. Elektro dan Teknologi Informasi*, vol. 8, no. 1, pp. 23–30, 2020.
- R. Sutrisno, "Rancang Bangun Sistem Pengatur Suhu Otomatis Menggunakan Arduino dan Sensor Suhu," *J. Sistem dan Informatika*, vol. 5, no. 1, pp. 45–51, 2022.