

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Phyranometer*

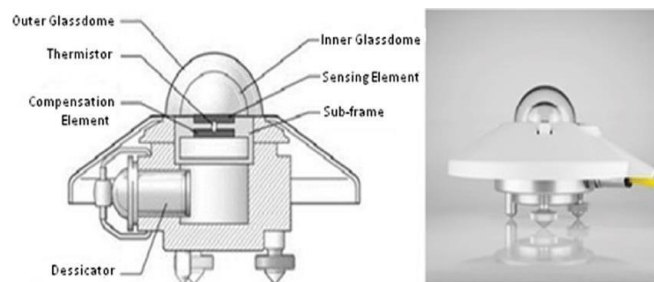
Istilah *phyranometer* berasal dari bahasa Yunani, "pyr - πυρ" yang berarti "api" and "ano - ἄνω" yang berarti "di atas, di langit". *Phyranometer* digunakan untuk mengukur radiasi matahari global dengan mengukur panas matahari pada bidang datar atau horizontal. *Phyranometer* memiliki sensor yang dapat mengukur radiasi matahari dalam satuan radiasi dalam $Watt/m^2$. Pengamatan radiasi matahari menggunakan sensor yang dilengkapi dengan *Photovoltaic Cell* bila terkena radiasi akan menghasilkan pulsa yang setara dengan intensitas atau energi matahari saat itu (Mukti, 2020).

Phyranometer mengukur radiasi total yang dipancarkan matahari, dengan mengukur radiasi matahari dalam satuan $Watt/m^2$. Radiasi matahari dapat dihitung menggunakan sensor *phyranometer* atau berdasarkan acuan panel surya. Namun pada umumnya instrumentasi pengukuran radiasi matahari menggunakan *phyranometer*, hal ini dikarenakan pemakaiannya yang cukup mudah dan tingkat akurasi yang cukup tinggi, harga *phyranometer* menurut data terbaru pada *E-commerce* berkisar Rp 3,5 juta ditambah biaya

perakitan hingga mencapai puluhan jutaan rupiah serta tambahan perangkat pemrograman untuk menghitung serta merekam data(Asy'ari, 2012).

Pyranometer dilengkapi dengan *Photo-Sensitive* material untuk menangkap radiasi matahari. Pengukuran radiasi matahari diklasifikasikan sesuai dengan jenis radiasi yang diukur, respon spektral, serta kegunaannya. *Pyranometer* digunakan untuk mengukur radiasi global (*global horizontal irradiance/ GHI*). *Pyranometer* yang dipasang secara horizontal dan seutuhnya menghadap langit tanpa penghalang digunakan untuk mengukur radiasi global matahari (GHI).

Nilai dari radiasi langsung sangat dipengaruhi oleh variabilitas tutupan awan. Radiasi langsung diukur dari satu arah, dengan demikian satu objek penghalang (awan) dapat sepenuhnya menghalangi komponen radiasi tersebut, sehingga memungkinkan bila nilai dari radiasi langsung berubah secara signifikan dalam rentang waktu yang tidak terlalu jauh.



Gambar 3.komponen *pyranometer*

Sumber : (Afriyani. 2021)

Cara kerja *Pyranometer* secara umum digunakan dalam observasi daya radiasi matahari dalam satuan $Watt/m^2$ dengan prinsip kerjanya, pertama sinar matahari atau radiasi yang datang secara langsung dipancarkan atmosfer akan menembus gelas domm atau kubah kaca, berikutnya radiasi akan diteruskan kedalam menuju lempeng logam hitam yang berfungsi sebagai penyerap radiasi(*Absorber*) dan lempeng logam putih sebagai pemantul radiasi, sehingga terjadi perbedaan temperature antara kedua logam ini, kemudian perbedaan temperature dari kedua logam inilah yang dihubungkan ke sirkuit *Thermo Junction* yang mengubah besaran panas menjadi perbedaan potensial diantara kedua ujung lempeng.

Pyranometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur radiasi matahari yang diterima oleh suatu permukaan dalam spektrum panjang gelombang penuh. Alat ini membantu dalam mengukur fluks radiasi matahari yang mencapai permukaan bumi. *Pyranometer* umumnya dirancang untuk mendeteksi radiasi

matahari yang mencakup sebagian besar spektrum radiasi matahari.
Pyranometer biasanya digunakan dalam aplikasi meteorologi,

penelitian lingkungan, dan pengukuran energi surya untuk menentukan potensi energi matahari yang dapat diambil di suatu lokasi atau untuk memantau variasi radiasi matahari sepanjang waktu.

Adaptor 1,5 Ampere

Adaptor adalah sebuah perangkat rangkaian elektronika berguna dalam mengubah tegangan listrik yang besar menjadi tegangan listrik yang lebih kecil, atau rangkaian untuk mengubah arus bolak-balik (arus *Ac*) menjadi arus searah (arus *Dc*). Adaptor merupakan komponen yang dapat konversi dari peralatan elektronik. adaptor digunakan untuk menurunkan tegangan *Ac* dengan nilai 110 Volt menjadi kecil antara 3 Volt sampai 5 Volt sesuai kebutuhan alat elektronik yang digunakan. Terdapat 2 jenis adaptor berdasarkan sistem kerjanya, adaptor sistem trafo *step down* dan adaptor sistem *Trafo Switching*.



Gambar 4.

Adaptor Sumber :
(Agung. 2023)

Sedangkan sistem *switching* menggunakan teknik transistor maupun *IC switching*, adaptor ini lebih baik dari pada adaptor teknik induksi, tegangan yang di keluarkan lebih stabil dan komponennya dengan suhu yang tidak terlalu panas sehingga mengurangi resiko kerusakan komponen elektronika.

2.2 Penelitian sebelumnya

- a. Penelitian yang dilakukan oleh Kruisselbrink, et al., (2017:75) dengan judul "A Practical Device for Measuring the Luminance Distribution" menyatakan bahwa pengembangan perangkat untuk mengukur penyebaran pecahaya secara otomatis dapat dibuat menggunakan komputer papan tunggal yaitu Raspberry yang dapat digunakan untuk menjalankan program dan sistem kamera. Pengukuran ini menggunakan distribusi intensitas pencahayaan yang ditentukan dengan mengambil gambar HDR (High Dynamic Range) dan menerjemahkan informasi RGB ke dalam tipe CIE XYZ. Pada penelitian ini menggunakan teknologi HDR (High Dynamic

Range) karena dalam menghitung distribusi pencahayaan mampu menangkap secara akurat. Hasil

pengukuran dalam penelitian ini menggunakan metode pengukuran kuat penerangan yang ada di bidang penerangan. Hasil Pengukuran menunjukkan bahwa kesalahan rata-rata alat pengukur intensitas pencahayaan 10,1% .

- b. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja dan spesifikasi rancangan sistem pengukuran intensitas radiasi matahari menggunakan sensor BH1750 berbasis internet of things dengan tampilan smartphone. Dalam bidang pertanian, kesuburan tanah sangat erat kaitannya dengan hasil panen yang maksimal. Kesuburan tanah dan pertumbuhan tanaman ditentukan oleh banyak faktor, salah satu yang terpenting adalah intensitas cahaya matahari. Alat yang digunakan di lapangan masih cukup sederhana, dimana untuk mengukur intensitas cahaya matahari masih menggunakan lux meter dan itupun data yang terbaca dari lux meter digital tidak dapat dilihat dimanapun. Alat ukur ini dibangun dengan menggunakan sensor BH1750 yaitu sebagai sensor intensitas radiasi matahari, NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler yang diprogram dengan menggunakan bahasa pemrograman Arduino IDE untuk mengakses jaringan internet agar dapat dikirim ke server Thingspeak, dan data dari Thingspeak ditampilkan di smartphone Android dengan menggunakan aplikasi APP Inventor, dan data tersebut dapat ditampilkan di server Thingspeak, serta dapat disimpan di memori Micro SD. Berdasarkan hasil pengembangan alat ukur intensitas radiasi matahari, didapatkan data dimana intensitas matahari tertinggi terjadi rata-rata antara pukul 02.55 - 03.38 UTC $\pm$ 0 dan antara pukul 04.00 - 06.20 UTC $\pm$ 0. Setiap tanaman memiliki kebutuhan intensitas matahari yang berbeda-beda untuk fotosintesis karena semakin banyak matahari yang mencukupi pada tanaman, maka tanaman tersebut akan menjadi optimal pertumbuhannya.
- c. Penelitian yang dilakukan oleh Peter R. Michael1, et. al, (2015:799) dengan judul “Panduan Konversi: Penyinaran Matahari dan Penerangan Lux” menyatakan bahwa Data penyinaran matahari ASTM AM1.5 G173 bersama dengan fungsi luminositas fotopik CIE dianalisis dan dibandingkan dengan simulasi matahari, penyinaran matahari yang sebenarnya, dan pengukuran iluminasi. Analisis ini memberikan data untuk menetapkan standar konversi W/m² ke lx untuk penyinaran matahari dan sumber cahaya spektral serupa. Ketidakpastian input pengukuran lapangan, akurasi kalibrasi peralatan, dan kurva CIE dipertimbangkan dalam pengembangan faktor konversi yang wajar. Analisis dan pengukuran

menunjukkan faktor konversi pencahayaan ke penerangan adalah 1 W/m² sama dengan 116 ± 3 lx untuk simulator surya berbasis LED dalam ruangan dan 122 ± 1 lx untuk cahaya matahari

alami di luar ruangan. Aturan praktis teknik adalah 120 lx sama dengan 1 W/m², atau 1 Matahari sama dengan 120000 lx.

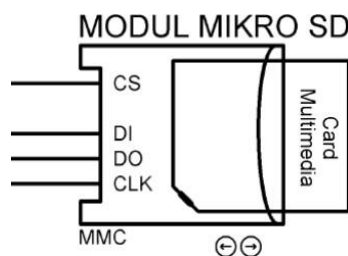
- d. Penelitian yang dilakukan oleh Abd Allah, et al., (2017:131) dalam jurnal penelitian yang berjudul “Universal Data Logger System for Environmental Monitoring Applications” menyatakan bahwa dengan menggunakan data logger sejumlah data yang didapat dari sensor dapat disimpan dari waktu ke waktu secara otomatis. Agar data logger dapat bekerja harus membutuhkan beberapa komponen utama seperti sinyal masukan, ADC, mikroprosesor, memori, power supply dan port data output. Data hasil pengukuran sensor akan diproses oleh mikrokontroler yang kemudian akan disimpan dalam sebuah memori. Fleksibilitas dari sistem data logger memungkinkan untuk memantau lebih banyak perubahan kondisi lingkungan seperti kelembaban, tekanan udara, kecepatan angin atau persentase gas CO₂ secara real time.
- e. Penelitian yang dilakukan oleh (Nerella Ome dan Someswara Rao, 2016:337) dalam jurnal penelitian yang berjudul “Internet of Things (IoT) based Sensors to Cloud system using ESP8266 and Arduino Due” menyatakan bahwa melalui teknologi IoT yang mampu memantau kondisi lingkungan seperti suhu kelembaban relatif, iluminansi dan tingkat suara yang informasinya dari sensor dapat dikirimkan ke server sebagai statistik grafis. Melalui sistem ini kita dapat memantau kondisi suhu, kelembaban, cahaya, dan polusi suara. Cara kerja dari sistem ini yaitu data sensor yang diperoleh diproses oleh arduino, kemudian melalui modul ESP 8266 data tersebut dikirim melalui router ke cloud server. Kondisi lingkungan yang diamati sensor ditampilkan melalui sebuah grafik yang diakses melalui sebuah situs atau aplikasi.
- f. Penelitian yang dilakukan oleh Dimil Jose, et. al., (2015:140) dalam jurnal penelitian yang berjudul “Intelligent Vehicle Monitoring Using Global Positioning System and Cloud Computing” menyatakan bahwa adanya teknologi GPS dapat kita manfaatkan untuk mengetahui lokasi suatu perangkat, semisal untuk mengetahui jarak tempuh suatu lokasi dan memprediksi kedatangan kendaraan dapat kita pasang GPS. Pada penelitian ini sebuah sensor yang dipasang pada kendaraan dapat mengamati kondisi bahan bakar yang disertai GPS. Kemudian alat tersebut akan mengirimkan hasil pengamatannya ke cloud server melalui modul GSM untuk kemudian diakses melalui portal situs. Sistem pelacakan ini memiliki manfaat untuk memantau tingkat bahan bakar, ketinggian, tekanan ban, kondisi pengemudi, dan

kecepatan kendaraan.

g. Penelitian yang dilakukan oleh Sidik, et. al., (2015:252) dalam jurnal penelitian yang berjudul “Arduino-Uno Based Mobile Data Logger with GPS Feature” menyatakan bahwa pengukuran suatu data yang menggunakan mikrokontroler arduino hasil pengukuran data tersebut dapat dilengkapi GPS dan data logger yang efektif dengan biaya jauh lebih rendah. Pada penelitian ini mobile data logger mendeteksi suhu dan kelembaban pada suatu mobil beserta letak garis lintang dan garis bujur . Kemudian, hasil pengukuran sensor disimpan pada sebuah memori secara real time. Melalui alat yang dibuat ini kita dapat memprediksi kapan akan terjadi datangnya petir, sehingga ketika gejala petir datang kita dapat mengantisipasinya.

Modul Mikro SD

Modul mikro *SD* seperti pada gambar 5 adalah modul pembaca kartu mikro *SD*, yang bekerja melalui sistem *file* dan *SPI* antarmuka *driver*, *MCU* untuk melengkapi sistem *file* untuk membaca dan menulis kartu mikro *SD*. Pengguna Arduino langsung dapat menggunakan Arduino *IDE* dilengkapi dengan kartu *SD* untuk menyelesaikan inisialisasi kartu, penulisan dan pembacaan (Gunawan 2015). Jenis komunikasi data yang digunakan oleh modul mikro *SD* adalah *SPI* (*Serial Peripheral Interface*) yang bekerja secara *FullDuplex*.



Gambar 5. Modul Mikro SD.

Sumber : (Maulana. 2022)

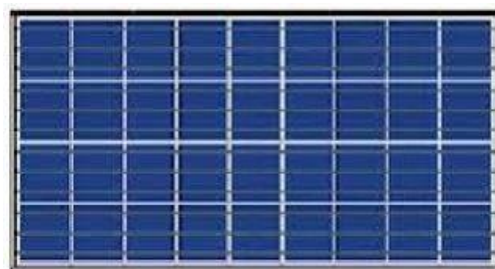
Panel surya(Photovoltaik)

Kata “photovoltaik” berasal dari bahasa Yunani antara *Photo* dan *Volta*. *Photo* yang berarti cahaya dan *Volta* yang berarti unit tegangan listrik. Dengan kata lain, arti *Photovoltaic* yaitu proses konversi cahaya matahari secara langsung untuk diubah menjadi listrik. Secara sederhana, panel surya terdiri dari persambungan bahan semikonduktor tipe *p* dan *n* (*p-n Junction Semiconductor*) yang jika terkena sinar matahari maka akan terjadi aliran elektron. Aliran elektron inilah yang disebut sebagai aliran arus listrik. Bagian utama pengubah energi sinar matahari menjadi listrik adalah penyerap (*absorber*), meskipun

demikian masing-masing lapisan juga sangat berpengaruh terhadap efisiensi dari panel surya (Yuliananda, 2015).

Pengubahan energi listrik menggunakan sistem fotovoltaik (PV) adalah bagian penting dari pengembangan energi terbarukan. Masalah utama dalam operasi sistem PV adalah kemampuan untuk mengukur kinerja secara efektif. Yang menjadi perhatian adalah bagaimana mengukur kinerja sel dan modul surya PV secara efektif dalam kondisi cahaya matahari yang rendah. Metode sederhana dan hemat biaya untuk mengukur radiasi matahari yang rendah akan mendukung hal tersebut. Radiasi matahari diukur dalam watt per meter² ($Watt/m^2$) dengan intensitas cahaya dalam satuan lux (lx) (Kiswanto, dkk. 2022). Ketika sinar matahari yang terdiri dari foton-foton jatuh pada permukaan bahan sel surya (absorber) akan diserap, dipantulkan, atau dilewatkan begitu saja dan hanya foton dengan tingkat energi tertentu yang akan membebaskan elektron dari ikatan atomnya, sehingga mengalir arus listrik. Tingkat energi ini disebut energi *band-gap* yang didefinisikan sebagai sejumlah energi yang dibutuhkan untuk mengeluarkan elektron dari ikatan kovalennya sehingga terjadilah aliran arus listrik (Kiswanto, dkk. 2022).

Cara kerja panel surya sebenarnya sama dengan piranti semikonduktor diode. Ketika cahaya berdentuman dengan sel surya dan diserap oleh bahan semikonduktor terjadi pelepasan elektron. Apabila elektron tersebut bisa menempuh perjalanan menuju bahan semikonduktor pada lapisan berbeda, terjadi perubahan gaya pada muatan pada bahan. Gaya tolakan antar bahan semikonduktor menyebabkan aliran medan listrik. Dan menyebabkan elektron dapat disalurkan. Elektron dari pita valensi akan tereksitasi ke pita konduksi. Elektron menjadi pembawa *n* dan meninggalkan *hole*, pembawa *p*. Pembawa *p* akan bergerak menuju persambungan demikian juga pembawa *n* akan bergerak ke persambungan, perpindahan tersebut menghasilkan beda potensial. Arus dan daya yang dihasilkan Panel surya ini dapat dialirkan ke rangkaian luar. Untuk membebaskan elektron dari ikatan kovalennya, energi foton harus sedikit lebih besar/diatas daripada energi *band-gap*.



Gambar 6.Panel
surya Sumber :
(Agung. 2023)

Arduino Uno

Arduino uno adalah sebuah *board* mikrokontroller yang didasarkan pada Atmega328. *Arduino UNO* mempunyai 14 pin digital *input/output* (6 diantaranya dapat digunakan sebagai output pwm), 6 input analog, sebuah *osilator* kristal

16 *Mhz*, sebuah koneksi *USB*, sebuah *power jack*, sebuah *ICSP header*, dan sebuah tombol *reset*. *Arduino UNO* memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroller, mudah menghubungkannya ke sebuah komputer dengan sebuah kabel *USB* atau mensuplainya dengan sebuah adaptor *Ac* ke *Dc*. *Arduino UNO* berbeda dengan semua board arduino sebelumnya, *Arduino UNO* tidak menggunakan *chip driver FTDI USB to serial*, *supplay* eksternal(non usb) dapat diperoleh dari sebuah *Arduino UNO* (Hendra, dkk. 2020).

Arduino UNO berisikan sebuah jejak yang dapat dihapus untuk mencegah *reset* otomatis. Pada salah satu sisi jejak dapat disolder bersama untuk mengaktifkan kembali, biasanya diberi tanda “*reset RN*” kita juga dapat menon aktifkan reset otomatis dengan menghubungkan sebuah *resistor* 110 ohm dari tegangan 5v ke garis *reset*. Adapun tujuannya *Arduino UNO* mempunyai sekering reset untuk memproteksi *Port USB* komputer dari hubungan pendek dan arus lebih. Walaupun sebagian besar komputer menyediakan proteksi internal sendiri, sekering menyediakan sebuah proteksi tambahan. Jika lebih dari 500mA diterima *Port USB*, sekering secara otomatis akan memutus koneksi sampai hubungan pendek atau kelebihan beban menghilang. Berikut gambar *Arduino UNO* seperti yang ditunjukkan pada gambar 7.



Gambar 7. *Arduino UNO*

Sumber : www.indo-ware.com.

Tabel 1.Karakteristik *Arduino Uno*

Sumber : Nugroho, 2014.

<i>Mikrokontroller</i>	<i>AT Mega328</i>
<i>Operasi Voltage</i>	5V
<i>Input Voltage</i>	7 – 12 V (rekomendasi)
<i>Input Voltage</i>	6 - 10 V (<i>limit</i>)
<i>I/O</i>	14 pin (6 pin untuk PWM)
<i>Arus</i>	50 Ma
<i>Flash Memory</i>	32 Kb
<i>Bootloader</i>	SRAM 2 kB
<i>EEPROM</i>	1 kB
<i>Frekuensi</i>	16 MHz

Arduino Software (IDE)

IDE merupakan kependekan dari *Integrated Development Environment*. Atau secara bahasa mudahnya merupakan lingkungan integrasi yang digunakan untuk melakukan pengembangan. Disebut sebagai lingkungan karena melalui *software* inilah *Arduino* dilakukan pemrograman untuk melakukan fungsi-fungsi melalui sintaks pemrograman. *Arduino* menggunakan bahasa sendiri yang merupakan bahasa C. bahasa pemrograman *arduino* (*Sketch*) sudah dilakukan perubahan untuk memudahkan pemula dalam melakukan pemrograman dari bahasa aslinya. Sebelum dijual ke pasaran, IC mikrokontroler *arduino* telah ditanamkan suatu program bernama *Bootloader* yang berfungsi sebagai penengah antara *compiler Arduino* dengan mikrokontroler.

Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman JAVA. *Arduino IDE* juga dilengkapi dengan *Library C/C++* yang biasa disebut *writing* untuk membuat operasi *input* dan *output* menjadi lebih mudah. *Arduino IDE* ini dikembangkan dari *software processing* yang dirobak menjadi *Arduino IDE* khusus untuk pemrograman dengan *arduino*. Pemrograman yang ditulis dengan menggunakan *Arduino Software (IDE)* disebut sebagai *sketch*. *Sketch* ditulis dengan suatu editor teks dan

disimpan dalam *file* dengan dengan ekstensi. *Teks editor* pada

Arduino software memiliki fitur-fitur seperti *cutting/paste* dan *searching/replacing* sehingga memudahkan pengguna dalam menulis kode program.

Light Sensor BH1750

Sensor BH1750 berfungsi berdasarkan prinsip fotometri, yaitu mengukur intensitas cahaya dengan cara mendeteksi jumlah cahaya yang jatuh pada permukaan sensor. Ketika cahaya jatuh pada permukaan sensor, sejumlah fotodioda pada sensor tersebut menghasilkan arus listrik. Adapun fotodioda yang berisi silikon untuk mendeteksi cahaya. Fotodioda ini menghasilkan muatan listrik ketika cahaya jatuh pada mereka. Jumlah muatan listrik yang dihasilkan oleh fotodioda sebanding dengan intensitas cahaya yang diterima dalam bentuk sinyal analog yang diubah selanjutnya.

Sinyal analog yang dihasilkan oleh fotodioda dikonversi menjadi sinyal digital. Sensor ini memiliki sirkuit internal yang melakukan konversi analog- digital (ADC) untuk mengubah sinyal listrik menjadi nilai digital yang dapat diolah oleh mikrokontroler. Sensor cahaya digital BH1750 ini dapat melakukan pengukuran dengan keluaran lux (lx) dan dikonversi ke radiasi dengan melakukan rumus perhitungan terlebih dahulu (Arra, 2014). Adapun spesifikasi sensor BH1750 berikut:

1. Rentang Pengukuran pada rentang 1 hingga 65.535 lux.
2. Akurasi: BH1750 dikenal karena akurasi tingginya dalam mengukur intensitas cahaya.
3. Protokol Komunikasi: Berkomunikasi dengan mikrokontroler atau perangkat lain melalui protokol I2C (*Inter-Integrated Circuit*), sehingga relatif mudah diintegrasikan ke berbagai proyek.
4. Konsumsi Daya: Memiliki konsumsi daya rendah, sehingga cocok untuk aplikasi berdaya baterai.
5. *Output* : Sensor ini memberikan output digital langsung dalam lux tanpa perlu perhitungan tambahan.
6. Tegangan Operasional: BH1750 umumnya beroperasi pada tegangan antara 2,4 Volt dan 5 Volt.

pengukur cahaya mengukur fluks cahaya per satuan luas (iluminasi) dengan menggunakan satuan lumen per meter kuadrat atau lux (lx). Faktor konversi yang efektif antara $Watt/m^2$ dan lx akan memungkinkan penggunaan pengukur cahaya untuk mengevaluasi performa fotovoltaiik dalam kondisi cahaya matahari yang rendah. Sebuah survei literatur tidak menemukan standar konversi "aturan praktis" yang pasti dan tersedia antara radiasi matahari dan pencahayaan. Sumber-sumber yang mudah ditemukan berisi

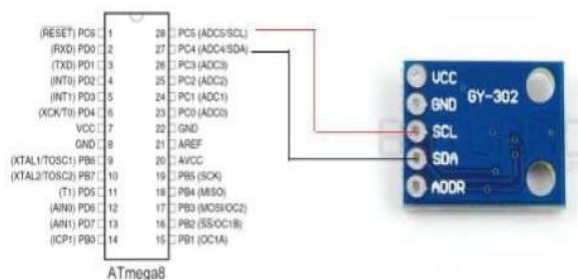
nilai-nilai yang saling bertentangan dan sangat bervariasi hingga 21.000 lx untuk 1000 $Watt/m^2$ (1 Matahari) radiasi matahari. Literatur yang ditinjau oleh penulis berisi nilai lux yang setara bercahaya yang berkisar 0,0079 $Watt/m^2$ untuk 1 lux (Hossain, 2011).



Gambar 8. Sensor intensitas cahaya digital BH1750 Sumber : (Amanda, 2020)

Sensor yang digunakan yaitu modul sensor intensitas cahaya digital katena rangkain ini dirasa lebih akurat dibanding sensor lainnya seperti *Foto Diode* atau *LDR*. Sensor ini juga dipilih karena penggunaannya yang lebih mudah karena sinyal keluarannya sudah berbentuk digital sehingga tidak ada proses perhitungan/pengolahan di mikrokontroler.

Rangkaian sensor terhadap mikrokontroler yaitu dengan menghubungkan kaki *Vcc* pada sensor ke power, *GND* ke *GND*, kaki *SCL* pada pin 28, kaki *SDA* pada pin 27 dan kaki *add* pada *GND*. Berikut gambaran rangkaian sensor cahaya ke mikrokontroler.



Gambar 9. Rangkaian Sensor Cahaya terhadap Mikrokontroler Sumber: Faraha, 2016.

LCD (Liquid Crystal Display)

LCD sebuah *liquid crystal* atau perangkat elektronik yang dapat digunakan untuk menampilkan angka atau teks. Ada dua jenis utama layar LCD yang dapat menampilkan numerik (digunakan dalam jam tangan, kalkulator dll) dan menampilkan teks alfanumerik (sering digunakan pada mesin foto kopi dan

telepon genggam).

Dalam menampilkan numerik ini kristal yang dibentuk menjadi bar, dan dalam menampilkan alfanumerik kristal hanya diatur kedalam pola titik. Setiap kristal memiliki sambungan listrik individu sehingga dapat dikontrol secara independen. Ketika kristal *off* (yakni tidak ada arus yang melalui kristal) cahaya kristal terlihat sama dengan bahan latar belakangnya, sehingga kristal tidak dapat terlihat. Namun ketika arus listrik melewati kristal, itu akan merubah bentuk dan menyerap lebih banyak cahaya.

Hal ini membuat kristal terlihat lebih gelap dari penglihatan mata manusia sehingga bentuk titik atau bar dapat dilihat dari perbedaan latar belakang. Sangat penting untuk menyadari perbedaan antara layar *LCD*. Sebuah layar *LCD* hanya mencerminkan cahaya, sehingga tidak dapat dilihat dalam gelap.



Contoh *LCD* seperti gambar 10 berikut.

Gambar 10. *LCD* 16

X 2 Sumber : (Maulana.
2022)

LCD (Liquid Crystal Display) Cm Karakter *LCD* merupakan sebuah alat yang berfungsi untuk menampilkan suatu ukuran besaran atau angka, sehingga dapat dilihat dan ketahui melalui tampilan. Dimana penelitian ini menggunakan *LCD* dengan jenis *Cm* karakter (2 baris 16 karakter). *LCD* memiliki 16 nomor pin, dimana masing- masing pin memiliki tanda simbol dan juga fungsi-fungsinya. *LCD* ini beroperasi pada *Adaptor* +3V, tetapi juga dapat beroperasi pada *Adaptor* +1.5V (Setiyo, 2012).

Kabel Data

Kabel *data USB* digunakan untuk menghubungkan *power supply* baterai 5 Volt dengan *arduino uno*, karena untuk menghidupkan sistem pada *arduino uno* kita membutuhkan tegangan maksimal 5 Volt dan kabel *USB* ini sebagai alat penghubungnya. Energi dari cahaya matahari disebut juga sebagai *foton*. Terlihat ketika *foton* diserap oleh material semikonduktor maka energi *foton* akan membentur *elektron* di dalam semikonduktor sehingga beberapa elektron ini akan mendapatkan energi yang cukup untuk meninggalkan pita *valensi* dan berpindah ke pita konduksi. Ketidak adaan elektron pada pita *valensi* akibat perpindahan *elektron*

ke pita konduksi tersebut akan menghasilkan ikatan kovalen tidak lengkap yang sering disebut *hole* atau lubang(Nugroho, 2014). Bentuk kabel *data USB* dapat dilihat pada gambar 11.

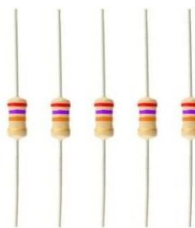


Gambar 11. Kabel Data USB

Sumber : Nugroho, 2014.

Resistor

Resistor adalah komponen elektronika yang berfungsi untuk menghambat atau membatasi aliran listrik yang mengalir dalam suatu rangkaian elektronika. *Resistor* bersifat *resistif* dan termasuk salah satu komponen elektronika dalam kategori komponen *pasif*. Satuan atau nilai *resistansi* suatu *resistor* disebut *ohm* dan dilambangkan dengan simbol *Omega* (Ω). *Resistor* disini digunakan pada rangkaian *Op-Amp* atau rangkaian penguat, bentuk *resistor*



dapat dilihat pada gambar 12.

Gambar 12. Resistor

Sumber : (Wilisela. 2020)

Dioda

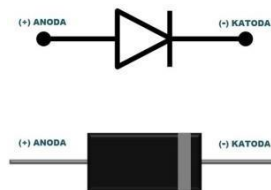
Dioda Bridge ditemukan oleh Fleming pada tahun 1904, Ia adalah

seorang ilmuwan yang berasal dari inggris (1849-1945). *Dioda* secara bebas dapat diartikan sebagai salah satu komponen elektronika yang sangat sering dijumpai dan digunakan seperti pada *kapasitor* dan juga *resistor*. Secara sederhana sebuah *dioda* bisa di simulasikan sebagai sebuah katup, dimana katup tersebut akan terbuka manakala air yang mengalir dibelakang katup menuju kedepan, sedangkan katup akan menutup karena adanya dorongan aliran air dari arah depan katup.

Dioda memiliki simbol khusus, yaitu anak panah yang memiliki garis melintang pada ujungnya. Alasan dibuatnya simbol tersebut adalah karena sesuai dengan prinsip kerja dari *dioda*. *Anoda* (kaki positif = P) terdapat pada bagian pangkal dari anak panah tersebut dan *katoda* (kaki negative=N).terdapat pada bagian ujung dari anak

panah.

Dioda bridge atau yang dikenal dengan *dioda silicon* yang dirangkaikan menjadi suatu *bridge* dan dikemas menjadi satu kesatuan komponen. *Dioda bridge* digunakan sebagai penyearah pada *power supply*. jembatan *dioda* adalah gabungan empat atau lebih *dioda* yang membentuk sebuah jembatan konfigurasi yang menyediakan polaritas *output* dan polaritas *input* ketika digunakan dalam aplikasi yang paling umum konversi dari arus bolak balik. Fungsi atau bagian utama dari jembatan *dioda* adalah bahwa polaritas *output*nya berbeda dengan polaritas *input*.



Gambar 13. *Dioda*

Sumber : Gian, 2021.

Power Supply

Power supply adalah sebagai alat atau perangkat keras yang mampu menyuplai tenaga atau tegangan listrik secara langsung dari sumber tegangan listrik ke tegangan listrik yang lainnya. *Power Supply* memiliki input dari tegangan yang berarus *Alternating Current* (AC) dan mengubahnya menjadi arus *Direct Current* (DC) lalu menyalurkannya ke berbagai perangkat keras. Karena memang arus *Direct Current* (DC) lah yang dibutuhkan untuk perangkat keras agar dapat beroperasi, *Direct Current* biasa disebut juga sebagai arus yang searah sedangkan *Alternating Current* merupakan arus yang berlawanan. Gambar 14 merupakan jenis *power supply*.



Gambar 14. *Power supply*

Sumber : (Wilisela. 2020)

2.3 Sistem Pengukuran

Sistem adalah sekelompok komponen dan elemen yang digabungkan menjadi satu untuk mencapai tujuan tertentu. pengukuran merupakan suatu proses pengumpulan dan

menganalisis informasi dari penerapan suatu program

termaksud mengecek secara regular untuk melihat apakah kegiatan atau program itu berjalan sesuai dengan rencana sehingga masalah yang dilihat atau ditemui dapat diatasi. Pengukuran besaran fisis dapat mencakup berbagai besaran seperti intensitas atau radiasi matahari.

Pengukuran adalah suatu kegiatan yang dilakukan terhadap suatu objek tertentu dengan menggunakan alat ukur yang bersesuaian dengan objek yang akan diukur. Jadi, mengukur adalah membandingkan suatu objek yang akan diukur dengan suatu alat yang dianggap sebagai alat ukur standar. Alat ukur yang digunakan haruslah memperhatikan nilai objek yang akan diukur agar sesuai dengan peruntukannya.

Radiasi matahari dapat diukur dalam berbagai unit, tergantung pada konteks dan tujuan pengukuran. Salah satuan yang umum digunakan untuk mengukur radiasi matahari adalah *Watt per meter persegi* ($Watt/m^2$). Menurut sumber literatur nilai radiasi matahari lux (lx) pada sensor BH1750 dapat dikonversi ke dalam bentuk pecahan 0,0079 (Hossain, 2011). Untuk melakukan konversi dengan mengalikan nilai pecahan dengan nilai lux yang dibaca sensor. langkah-langkahnya sebagai berikut:

$$0,0079 \times (\text{Nilai intensitas sensor})$$

$$0,0079 \times (\text{nilai lux pembacaan sensor})$$

$$Ir = \text{Lux} \times 0,0079 \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

Ir = Intensitas Radiasi

($Watt/m^2$). Lux = Nilai

Intensitas Cahaya

0,0079 = Konversi Satuan Per- Lux (Hossain, 2011)

Nilai pembacaan sensor tergantung pada kondisi lingkungan alat ukur

Alat Konvensional:

Alat konvensional merujuk pada alat atau metode yang umum digunakan atau dianggap sebagai cara tradisional atau umum dalam melakukan suatu pekerjaan atau tugas tertentu. Alat konvensional biasanya sudah ada dan digunakan sebelum adanya inovasi atau pengembangan baru. Alat konvensional mungkin tidak selalu menjadi yang paling efisien atau akurat, tetapi seringkali menjadi pilihan karena kebiasaan atau keterbatasan dalam sumber daya.

Alat Standar:

Alat standar mengacu pada alat atau metode yang diakui sebagai referensi atau patokan yang digunakan untuk mengukur, membandingkan, atau mengontrol kualitas suatu hal. Alat standar biasanya memiliki tingkat ketelitian dan akurasi yang tinggi. Mereka digunakan sebagai dasar untuk membandingkan hasil pengukuran atau kinerja lainnya. Alat standar seringkali terkait dengan standar industri atau standar internasional yang ditetapkan untuk memastikan konsistensi dan keandalan. Dalam beberapa kasus, istilah ini dapat saling tumpang tindih tergantung pada konteksnya. Sebagai contoh, alat konvensional dalam suatu bidang tertentu mungkin menjadi standar jika itu merupakan praktek umum dan diakui secara luas sebagai metode yang dapat diandalkan.

2.4 Sistem Data Logger

Data Logger adalah suatu alat elektronika yang berfungsi untuk mencatat data dari waktu ke waktu. *Data Logger* juga dapat didefinisikan sebagai suatu sistem yang berfungsi untuk mengambil, mengumpulkan, dan menyiapkan data hingga memprosesnya untuk menghasilkan data sesuai dengan tujuan. Biasanya data dapat diakses melalui *SD Card* yang tertanam dalam *data logger* tersebut.

Dengan di hubungkan pada sensor tertentu, alat ini akan menyimpan data secara *real time*. Sensor yang digunakan berfungsi untuk mengkonversi besaran fisik menjadi sinyal listrik yang dapat diukur secara otomatis untuk kemudian di kirimkan ke *mikroprosesor* untuk pengolahan. Tujuan *data logger* adalah untuk melakukan *logging* data (Pudin dan Mardiyanto, 2020).

Sebuah sistem data logger dirancang untuk merekam dan menyimpan data dari berbagai sensor atau sumber informasi selama periode waktu tertentu. Tujuan utama dari data logger adalah untuk mengumpulkan informasi secara terus-menerus atau pada interval tertentu tanpa bantuan manusia. Data logger dapat digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk pemantauan lingkungan, industri, laboratorium, dan banyak lagi.

Berikut adalah beberapa karakteristik umum dari sistem data logger:

1. Sensor Interface

Data logger dapat terhubung ke berbagai sensor untuk mengukur parameter seperti suhu, kelembaban, tekanan, kecepatan, arus listrik, dan banyak lagi.

2. Pemrosesan Data

Data logger memiliki kemampuan untuk memproses dan

menyimpan data dalam format yang sesuai. Beberapa data logger dapat memproses data

secara langsung, sementara yang lain hanya merekam dan menyimpan data mentah.

3. Penyimpanan Data

Biasanya dilengkapi dengan penyimpanan internal, seperti memori flash atau kartu SD, untuk menyimpan data pengukuran. Kapasitas penyimpanan dapat bervariasi tergantung pada aplikasi dan kebutuhan.

4. Daya

sistem data logger dapat dioperasikan dengan berbagai sumber daya, termasuk baterai, daya listrik jaringan, atau energi surya, tergantung pada aplikasi dan kebutuhan keberlanjutan operasional.

5. Komunikasi

Beberapa data logger dilengkapi dengan antarmuka komunikasi seperti *USB*, *Bluetooth*, atau *Wi-Fi* untuk mentransfer data ke perangkat lain atau ke *cloud*.

6. Tahan Cuaca atau Tahan Lingkungan

Bergantung pada aplikasinya, data logger dapat dirancang untuk tahan air, tahan debu, atau tahan suhu ekstrim agar dapat berfungsi dalam lingkungan yang berbeda.

7. Pemrograman dan Konfigurasi

Sistem data logger sering kali dapat diprogram atau dikonfigurasi untuk mengatur parameter pengukuran, interval pengambilan data, dan fungsi lainnya. Data logger banyak digunakan dalam berbagai bidang, termasuk pemantauan iklim, industri otomotif, pemantauan energi, riset ilmiah, dan pemantauan suhu (Junaldy, 2019).