

**RANCANG BANGUN ALAT UKUR RADIASI MATAHARI
BERBASIS *ARDUINO UNO* DAN *DATA LOGGER***

SKRIPSI



**WILMAN EFENDI SIREGAR
F1C318023**

**PROGRAM STUDI FISIKA
JURUSAN MIPA**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JAMBI
2023**

**RANCANG BANGUN ALAT UKUR RADIASI MATAHARI
BERBASIS *ARDUINO UNO* DAN *DATA LOGGER***

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
studi pada program S-1 Fisika



WILMAN EFENDI SIREGAR

F1C318023

PROGRAM STUDI FISIKA

JURUSAN MIPA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS JAMBI

2023

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN ALAT UKUR RADIASI MATAHARI BERBASIS ARDUINO UNO DAN DATA LOGGER

Oleh :

Wilman Efendi Siregar

F1C318023

Disetujui :

Pembimbing utama

Pembimbing pendamping

Nurhidayah, S.Pd., M.sc.
NIP.198708012015042002

M. Ficky Afrianto, S.Si., M.Si.
NIP. 201401071003

Diketahui:

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Ketua Jurusan MIPA

Drs. Jefri Marzal, M.Sc.D.I.T.
NIP.196806021993031004

Dr. Yusnaidar, S.si, M.Si.
NIP.196809241999032001

RIWAYAT HIDUP



Wilman Efendi. Siregar

Wilman Efendi. Siregar lahir di Rano, Kecamatan Muara Sabak Barat, Kabupaten Tanjung Jabung Timur, Provinsi Jambi pada tanggal 06 Desember 2000, dari pasangan Ayahanda Masdar Siregar dan Ibunda Lisnawati Hasibuan. Berangkat dari keluarga yang sederhana dan menanamkan akan pentingnya menuntut ilmu bagi masa depan seorang anak di keluarga tersebut, penulis memulai pendidikan Sekolah Dasar (SD) pada tahun 2006 di SD Negeri 115/X Pandan Jaya, Geragai. Kabupaten Tanjung Jabung Timur, dan tamat pada tahun 2012. Selanjutnya melanjutkan pendidikan sekolah menengah pertamanya (SMP) pada tahun 2012 di SMP Negeri 05 Tanjung Jabung Timur, dan menyelesaikan studi pada tahun 2015, selanjutnya meneruskan pendidikan di sekolah menengah atas (SMA) pada tahun 2015 di SMA Negeri 05 Tanjung Jabung Timur, dan selesai pada tahun 2018. Setelah menyelesaikan studi selama 3 tahun di SMA Negeri 5 Tanjung Jabung Timur. Pada tahun 2018 penulis melanjutkan kuliah di Universitas Jambi, lebih tepatnya di Fakultas Sains dan Teknologi pada program studi Fisika. Selama mahasiswa, penulis sempat aktif di organisasi kemahasiswaan yang ada di Fakultas Sains dan Teknologi, antara lain pernah menjabat sebagai wakil ketua umum untuk Himpunan Mahasiswa Fisika (HIMAFIKA-UNJA), selama 2 tahun atau 2 periode pada tahun 2020 dan 2021, selanjutnya penulis aktif sebagai kader UKM Rohis-Arrahman UNJA. Dengan tujuan untuk mengasah soft skill dan berinteraksi dengan sosialisasi dan belajar kepemimpinan.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT berkat limpahan rahmat-Nya, baik kesehatan dan kesempatan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul : Rancang Bangun Alat Ukur Radiasi Matahari Berbasis *Arduino Uno* dan *Data Logger*. Skripsi ini disusun berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan di laboratorium fisika fakultas sains dan teknologi universitas jambi dan juga rumah pribadi. Dalam pelaksanaan dan penyusunan skripsi ini penulis banyak dibantu dan didukung oleh berbagai pihak mulai dari awal hingga akhir penulisan. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Drs. Jefri Marzal, M.Sc., D.I.T., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi.
2. Bapak Ir. Bambang Hariyadi, M.Si., Ph.D., selaku Wakil Dekan Bidang Akademik, Kerjasama dan Sistem Informasi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi.
3. Ibu Yusnaidar, S.Si., M.Si., selaku Kepala Jurusan MIPA fakultas sains dan Teknologi Universitas Jambi.
4. Ibu Nurhidayah, S.Pd., M.Sc., selaku Kepala Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi.
5. Ibu Linda Handayani, S.Pd., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Akademik
6. Bapak M.Ficky Afrianto, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Skripsi
7. Ibu Nurhidayah, S.Pd., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Skripsi
8. Teristimewa kepada kedua orang tua penulis, Masdar Siregar dan Ibu Lisnawati Hasibuan yang selalu memberikan ketenangan dan kelembutan, arahan serta dukungan agar penulis dengan semangat menyelesaikan apa yang sudah dimulai.
9. Teman-teman seperjuangan Fisika Angkatan 2018.
10. Semua pihak yang turut membantu, teman-teman Fisika Angkatan 2019, Fisika Angkatan 2020 dan lainnya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penylis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari para pembaca demi kesempurnaan skripsi ini

Jambi, 21 Januari 2024

Penulis,

Wilman Efendi Siregar

F1C318023

RINGKASAN

Indonesia merupakan negara tropis dengan dua musim yaitu musim kemarau dan musim hujan, sebagian besar wilayahnya mendapatkan sinar matahari yang lebih banyak dibandingkan dengan daerah non ekuator. Berdasarkan fakta dilapangan saat ini terjadi peningkatan suhu panas yang memancarkan radiasi panas matahari, khususnya di provinsi Jambi. dimana dilakukan kegiatan pengukuran untuk mendukung analisis radiasi matahari. Untuk menjawab permasalahan tersebut dengan merancang alat ukur radiasi, kemudian membandingkan hasil pengukuran dengan *Phyranometer* (BMKG). Alat ukur intensitas matahari terdiri dari sebuah kotak alat ukur yang berisi rangkaian beberapa komponen elektronika. Rangkaian elektronik alat ukur ini terdiri dari BH1750, mikrokontroler Arduino uno, adaptor 1,5 Volt. Hasil pengukuran radiasi matahari disimpan di dalam memori pencatat sistem. Sensor BH1750 mendeteksi intensitas fluks yang kemudian dikonversi oleh mikrokontroler menjadi nilai radiasi. data tersebut dikirim ke sistem data logger. Kedua, akurasi pengukuran radiasi matahari dengan alat ukur sebesar 90%, dan rata-rata akurasi pengukuran radiasi matahari sebesar 87,78%.

SUMMARY

Indonesia is a tropical country with two seasons, namely the dry season and the rainy season, most of its territory gets more sunlight than non-equatorial areas. Based on current field facts, there is an increase in hot temperatures that radiate solar heat radiation, especially in Jambi province. where measurement activities are carried out to support analysis of solar radiation. To answer the problem by designing a radiation measuring instrument, then comparing the measurement results with the Phyranometer (BMKG). The solar intensity measuring instrument consists of a measuring instrument box containing a series of several electronic components. The electronic circuit of this measuring instrument consists of BH1750, Arduino uno microcontroller, 1.5 Volt adapter. The results of solar radiation measurements are stored in the memory of the system logger. The BH1750 sensor detects the flux intensity which is then converted by the microcontroller into a radiation value. the data is sent to the data logger system. Second, the accuracy of solar radiation measurements with measuring instruments is 90%, and the average accuracy of solar radiation measurements is 87.78%.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
RIWAYAT HIDUP	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
RINGKASAN	iv
SUMMARY.....	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II LANDASAN TEORI.....	4
2.1 Radiasi Matahari.....	4
2.2 <i>Phyranometer</i>	6
2.3 Penelitian sebelumnya	8
2.4 Sistem Pengukuran.....	19
2.5 Sistem Data Logger	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	23
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	23
3.2 Alat dan Bahan.....	23
3.3 Metode penelitian	24
3.4 Prosedur penelitian.....	28
3.5 Metode Analisis Data	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
4.1 Hasil Rancang Bangun Alat Ukur Intensitas Radiasi Matahari Berbasis <i>Arduino uno</i> dan <i>Data Logger</i>	31
4.1.1 Hasil perancangan Alat ukur radiasi.....	31
4.1.2 Hasil perancangan perangkat lunak (<i>Software</i>).....	33
4.2 Cara Kerja Alat Ukur Intensitas Radiasi Matahari Berbasis <i>Arduino Uno</i> dan <i>Data Logger</i>	34
4.2.1 Pengujian sensor BH1750	35
4.2.2 Pembacaan nilai radiasi pada tampilan <i>LCD</i> saat pengukuran	36

4.2.3 Pengujian Liquid Cristal Display (<i>LCD</i>) 16x2 Cm.....	38
4.3 Hasil selisih akurasi pembacaan nilai sensor BH1750 alat ukur terhadap <i>phyranometer</i>	40
4.3.1 Akurasi.....	40
4.3.2 Grafik perbandingan nilai radiasi matahari alat ukur yang di rancang dengan alat ukur terhadap (<i>Phyranometer</i>) BMKG.	42
BAB V PENUTUP	46
5.1 Kesimpulan	46
5.2. Saran	46
DAFTAR PUSTAKA.....	47

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Karakteristik <i>Arduino Uno</i>	16
Tabel 2. Komponen alat dan bahan penelitian.....	29
Tabel 3. Data hasil pengukuran alat yang tersimpan.....	35
Tabel 4. Data alat <i>Phyranometer</i> BMKG.....	41
Tabel 5. Hasil pembacaan nilai radiasi alat ukur terhadap alat <i>Phyranometer</i> ..	47
Tabel 6. Data hasil pengukuran dan <i>Phyranometer</i> (BMKG).....	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Bagian inti fusi matahari.....	15
Gambar 2. sinar UV.....	15
Gambar 3. komponen <i>pyranometer</i>	17
Gambar 4. Adaptor.....	18
Gambar 5. Modul Mikro SD.....	19
Gambar 6. Panel surya.....	22
Gambar 7. Arduino.....	23
Gambar 8. Sensor intensitas cahaya digital BH1750.....	26
Gambar 9. Rangkaian Sensor Cahaya terhadap Mikrokontroler.....	26
Gambar 10. <i>Liquid Crystal Display(LCD)</i> 16 x 2 Cm.....	27
Gambar 11. Kabel <i>Data USB</i>	28
Gambar 12. <i>Resistor</i>	28
Gambar 13. <i>Dioda</i>	29
Gambar 14. <i>Power supply</i>	29
Gambar 16. Blok diagram sistem alat ukur daya sinar matahari.....	35
Gambar 17. Skema alat ukur daya sinar matahari.....	36
Gambar 18. Diagram alir penelitian alat ukur daya radiasi.....	38
Gambar 19. Rangkaian perancangan sensor dan LCD.....	42
Gambar 20. rangkaian komponen <i>data logger</i> terhadap <i>Arduino</i>	43
Gambar 21. Hasil perancangan alat ukur radiasi matahari.....	44
Gambar 22. Perancangan program konversi nilai sensor.....	45
Gambar 23. Diagram cara kerja pengukuran alat.....	46
Gambar 24. Tampilan nilai radiasi saat pengukuran.....	47
Gambar 25. Tampilan data pada <i>LCD</i>	49
Gambar 26. Grafik data radiasi hasil pengukuran.....	52
Gambar 27. Grafik intensitas alat yg terukur.....	53
Gambar 28. Grafik perbandingan data pengukuran dengan <i>Phyranometer</i>	55

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Alat <i>Automatic Solar Radiation Station</i> (ASRS) <i>Phyranometer</i> BMKG.....	61
Lampiran 2. Tampilan data radiasi dan lux terukur oleh alat perancangan.....	61
Lampiran 3. Tampilan data Sheet sensor bh1750.....	62

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah negara beriklim tropis dengan memiliki dua musim, yaitu musim kemarau dan musim penghujan, dapat dikatakan bahwa sebagian besar wilayahnya mendapatkan pancaran cahaya matahari lebih banyak dari pada wilayah-wilayah di negara non khatulistiwa. Berdasarkan fakta lapangan yang terjadi saat ini, adanya kenaikan suhu panas yang disebabkan oleh pancaran radiasi panas matahari khususnya di provinsi Jambi. Hal ini menarik dilakukannya percobaan pengukuran radiasi matahari di wilayah Kecamatan Jambi Luar Kota untuk mengetahui informasi nilai radiasi sebenarnya sebelum jauh pada pengembangan lainnya.

Energi yang dipancarkan matahari ini merupakan salah satu sumber energi yang paling melimpah ketersediaannya, namun pemanfaatannya secara efisien dan optimal masih menjadi tantangan besar. misalnya pada perangkat berbasis energi surya, yang kurang banyak di pahami oleh mahasiswa dan masyarakat umum, sehingga perlu dilakukannya pengukuran jumlah energi surya yang tersedia disekitar sebagai nilai awal dari potensi radiasi terukur yang dapat diketahui.

Informasi radiasi cahaya matahari setiap daerah terkadang berbeda-beda. dimana semuanya bergantung kepada kegiatan pengukuran yang dilakukan. Radiasi cahaya matahari ini sangat mempengaruhi kondisi suatu tempat misalnya kelembapan, suhu dan lain – lain. Sehingga apabila intensitas cahaya matahari disekitar meningkat, maka meningkat pula radiasi akibatnya. Adapun alat konvensional untuk mengukur radiasi matahari adalah *pyranometer* yang umumnya ditemukan dan digunakan pada Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika(BMKG) terdekat. Sulit untuk diperoleh dan harga komponen perakitan yang mahal sehingga terbatas untuk instansi saja.

Studi terkait pengukuran radiasi cahaya matahari di Kecamatan Jambi Luar Kota hanya sedikit dilakukan dalam beberapa kesempatan, salah satunya untuk mendukung analisa mengenai radiasi cahaya matahari. Percobaan yang dapat dilakukan untuk menjawab permasalahan diatas adalah merancang sebuah alat ukur radiasi cahaya matahari yang akan dibandingkan hasil pengukurannya dengan alat *Pyranometer*(BMKG), dengan itu data hasil pengukuran diharapkan dapat mendekatinya pembacaan alat konvensional yang ada.

Menurut Pamungkas, et. al., (2015:120) modul sensor BH1750 adalah sensor cahaya yang memiliki keluaran sinyal digital, sehingga tidak memerlukan perhitungan yang rumit. Sensor BH1750 ini lebih akurat dan lebih mudah digunakan jika dibandingkan dengan sensor lain seperti foto dioda dan *LDR* yang memiliki keluaran sinyal analog dan perlu melakukan perhitungan untuk mendapatkan data nilai radiasi. Sensor cahaya BH1750 ini dapat melakukan pengukuran dengan keluaran lux (lx) menjadi satuan *Watt/M²*, hanya perlu memasukkan nilai perhitungan terlebih dahulu.

Berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan Nasrudin (2015) menyatakan bahwa perbandingan pada pengukuran *Lux Meter* standar dan sensor BH1750 diperoleh nilai rata-rata perbedaan sebesar 3,2%. Perbedaan terendah adalah 1,19 % pada jarak 10 cm dengan nilai *Lux Meter* 32 lux dan nilai *Light* sensor BH1750 32,38 lux. Sedangkan, perbedaan pada skala maksimum 8,86 % yang didapat pada jarak 40 cm dengan nilai *Lux Meter* 7 lux dan nilai *Light* sensor BH1750 6,38 lux.

Skripsi ini memberikan wawasan dalam pengukuran radiasi matahari khususnya di wilayah Jambi Luar Kota. Untuk mengimplementasikan rancangan perangkat pengukuran nilai radiasi matahari, dalam proyek akhir ini dibuat alat ukur radiasi matahari menggunakan sensor cahaya berbasis digital *light intensity* sensor dan proses pengolahan menggunakan mikrokontroler.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Bagaimana cara merancang alat ukur radiasi matahari berbasis *Arduino uno* dan *data logger*?
2. Bagaimana cara kerja alat ukur radiasi matahari berbasis *Arduino uno* dan *data logger*?
3. Berapa perbandingan nilai radiasi matahari yang diperoleh dari alat ukur yang di rancang dengan alat ukur konvensional ?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang diatas, adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Merancang alat ukur radiasi matahari berbasis *Arduino uno* dan *data logger*
2. Mengetahui cara kerja alat ukur radiasi matahari berbasis *Arduino uno* dan *data logger*
3. Mengetahui perbandingan nilai radiasi matahari yang diperoleh dengan alat ukur konvensional.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat bagi mahasiswa dari penelitian ini, yaitu :

1. Mahasiswa dapat memberikan kontribusi bagi sebuah instansi dalam mengetahui nilai radiasi matahari di suatu daerah.
2. Mahasiswa dapat memberikan solusi dalam hal pemantauan nilai rata-rata radiasi matahari.
3. Menambah pengetahuan bagi mahasiswa dalam bidang instrumentasi terapan

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Radiasi Matahari

Radiasi (*Radiance*) adalah daya tiap luas unit dalam kejadian radiasi elektromagnetik pada sebuah permukaan dalam satuan Watt/m^2 . Radiasi matahari merupakan besaran paling penting dalam bidang klimatologi, karena berperan sebagai penggerak sebagian besar proses dinamis di atmosfer (Yesi, 2019). Radiasi matahari merupakan salah satu parameter cuaca yang paling berpengaruh dalam sistem iklim, dimana seluruh fenomena cuaca dan iklim pada mulanya disebabkan oleh variasi distribusi penerimaan radiasi matahari di permukaan bumi. Fluktuasi radiasi matahari yang diterima di permukaan bumi membentuk pola iklim dalam berbagai skala waktu (Kopp, 2014).

Radiasi matahari adalah pancaran energi yang berasal dari proses *thermonuklir* yang terjadi di Matahari. Energi radiasi matahari berbentuk sinar dan gelombang elektromagnetik. Spektrum radiasi matahari sendiri terdiri dari dua yaitu, sinar bergelombang pendek dan sinar bergelombang panjang. Sinar yang termasuk gelombang pendek adalah sinar X, sinar gamma, sinar ultra violet, sedangkan sinar gelombang panjang adalah sinar infra merah. Jumlah radiasi matahari yang mencapai permukaan bumi tergantung pada lokasi, efek atmosfer, dan topografi. Radiasi matahari dipengaruhi oleh rotasi dan revolusi geometris bumi di sekitar matahari dan faktor lingkungan seperti efek pelemahan atmosfer termasuk berupa tutupan awan dan uap air (Djenal, 2015).

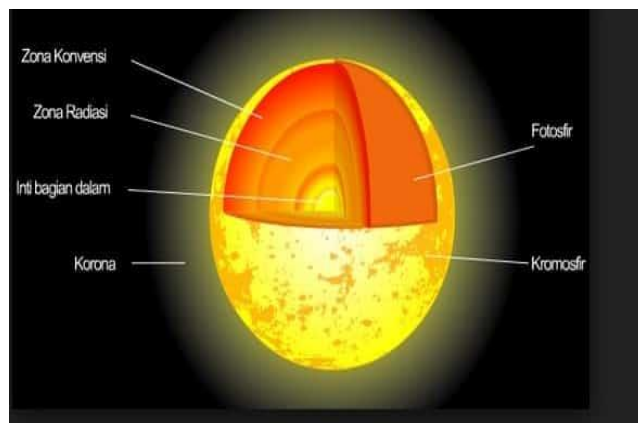
Menurut *Hans Bethe* pada tahun 1939, Reaksi *thermonuklir* berupa reaksi fusi yang menggabungkan empat inti hidrogen menjadi satu inti helium dan reaksi inti tersebut menghasilkan energi panas yang amat sangat dahsyat. Energi panas yang dipancarkan oleh matahari berbentuk sinar dan gelombang elektromagnetik. Meskipun yang sampai ke permukaan daratan dan lautan hanya sebagian dari nilai tersebut (Miller, 2019). Radiasi yang memasuki atmosfer bumi mengalami beberapa jenis proses sebagian dari radiasi tersebut dibaurkan oleh partikel-partikel yang ada di atmosfer, sebagian diserap oleh partikel tersebut, dan sebagian diserap oleh permukaan bumi (Khwee, 2013).

Total dari radiasi gelombang pendek yang mencapai permukaan bumi (*horizontal*) biasa disebut sebagai radiasi global atau *Global Horizontal Radiation*. Radiasi global ini terdiri dari dua jenis komponen, yakni komponen radiasi langsung (*Direct Radiation*) dan komponen radiasi baur (*Diffuse Radiation*) (Chinthya, 2021).

Studi terkait pola radiasi matahari di wilayah Indonesia telah dilakukan dalam beberapa kesempatan, terutama untuk mendukung analisa potensi

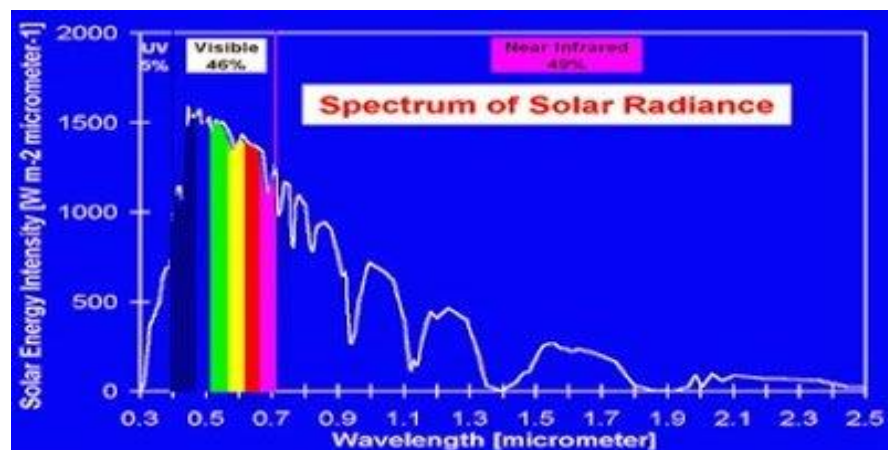
energi surya di Indonesia. Potensi energi matahari biasanya dihitung menggunakan persamaan empiris dengan masukan parameter meteorologi lain, dimana parameter yang paling umum digunakan adalah lama penyinaran matahari(adiya, 2016).

Dalam beberapa studi tersebut, ditemukan bahwa radiasi matahari di wilayah Indonesia bagian selatan sumatera dan timur indonesia cenderung memiliki nilai yang lebih tinggi dan pola *seasonal* yang lebih jelas dibandingkan wilayah barat Indonesia (adiya, 2016). Radiasi di beberapa wilayah di Indonesia juga terlihat dipengaruhi oleh gerak semi tahunan. Analisa dari data radiasi matahari ini dapat memberikan informasi awal mengenai pola radiasi matahari yang dibutuhkan dalam berbagai sektor terapan(Chinthya, 2021).



Gambar 1. Bagian inti fusi matahari

Sumber : (Afriyani.2020)



Gambar 2. Sapektrum Cahaya Matahari

Sumber : (Amanda. 2020)

Radiasi adalah suatu bentuk energi yang dipancarkan oleh setiap benda yang mempunyai suhu di atas nol mutlak dan merupakan satu-satunya bentuk

energi yang dapat menjalar di dalam vakum angkasa luar. Radiasi matahari merupakan gelombang elektromagnetik yang terdiri atas medan listrik dan medan magnet (Prawirowardoyo, 1996).

Insolasi adalah penerimaan energi matahari oleh permukaan bumi, bentuknya adalah sinar-sinar gelombang pendek. Radiasi matahari menjalar di dalam angkasa luar tanpa kehilangan energi, intensitasnya berkurang berbanding terbalik dengan kuadrat jarak dari matahari. Penyinaran matahari dalam periode harian adalah variasi dari bulan ke bulan berikutnya, hal ini juga banyak mempengaruhi intensitas total radiasi matahari seperti yang diketahui bahwa radiasi matahari yang dipancarkan adalah berbentuk energi, dan energi ini digunakan untuk memanaskan bumi, oleh karena itu ukuran panas bumi merupakan ukuran besarnya energi matahari yang diterima permukaan bumi (Pangestuningtyas, 2013).

Aplikasi energi surya, memperkirakan jumlah energi surya yang tersedia sangatlah penting. Komputasi empiris dan lunak adalah metode yang paling banyak digunakan untuk memperkirakan energi matahari. menganalisis teknik yang digunakan dalam berbagai model untuk memperkirakan dan memprediksi kuantitas dan kualitas radiasi matahari menggunakan data yang tersedia. Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi teknik pengukuran yang paling tepat untuk dikembangkan dalam memanfaatkan potensi energi matahari (Fitri, dkk. 2018).

2.2 *Phyranometer*

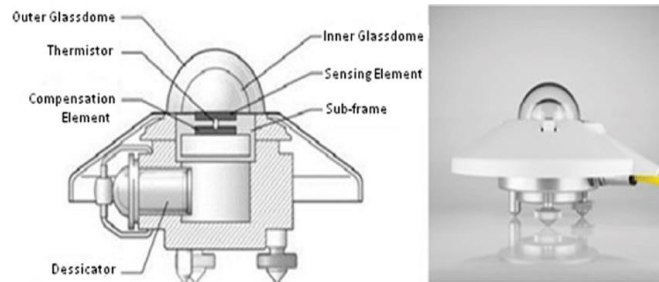
Istilah *phyranometer* berasal dari bahasa Yunani, "pyr - πῦρ" yang berarti "api" and "ano - ἄνω" yang berarti "di atas, di langit". *Phyranometer* digunakan untuk mengukur radiasi matahari global dengan mengukur panas matahari pada bidang datar atau horizontal. *Phyranometer* memiliki sensor yang dapat 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 elektronika. adaptor digunakan untuk menurunkan tegangan *Ac* dengan nilai 110 Volt menjadi kecil antara 3 Volt sampai 5 Volt sesuai kebutuhan alat elektronika 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.

2.3 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 pencahayaan 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 CIEXYZ. 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 $\pm$ 3 lx untuk simulator surya berbasis LED dalam ruangan dan 122 $\pm$ 1 lx untuk cahaya matahari

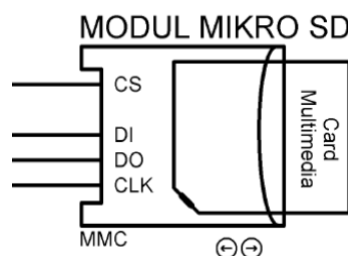
alami di luar ruangan. Aturan praktis teknik adalah 120 lx sama dengan 1 W/m², atau 1 Matahari sama dengan 120000 lx.

- 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 mikrokontroller 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 *Full Duplex*.



Gambar 5. Modul Mikro SD.

Sumber : (Maulana. 2022)

Panel surya(Photovoltaik)

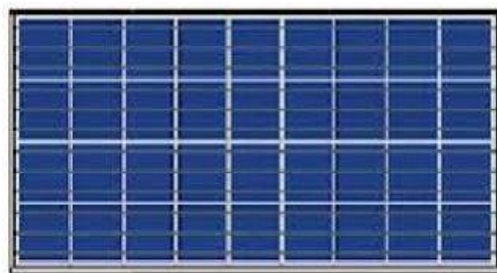
Kata “photovoltaik” berasal dari bahasa Yunani antara *Photo* dan *Volta*. *Photo* yang berarti cahaya dan *Volta* yang berarti unit tegangan listrik. Dengan kata lain, arti *Photovoltaic* yaitu proses konversi cahaya matahari secara langsung untuk diubah menjadi listrik. Secara sederhana, panel surya 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 berdentuhan dengan sel surya dan diserap oleh bahan semikonduktor terjadi pelepasan electron. Apabila electron tersebut bisa menempuh perjalanan menuju bahan semikonduktor pada lapisan berbeda, terjadi perubahan gaya pada muatan pada bahan. Gaya tolakan antar bahan semi konduktor 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 suirya 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 menonaktifkan 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).

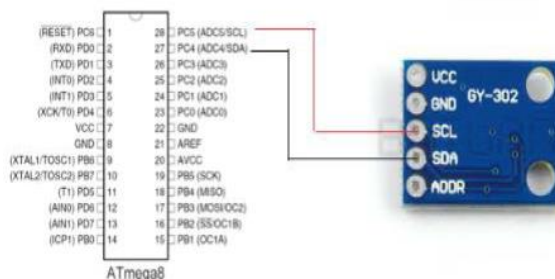


Gambar 8. Sensor intensitas cahaya digital BH1750

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.

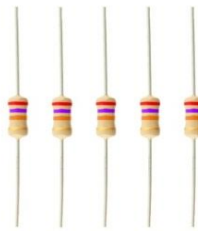


Gambar 11.Kabel Data USB

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

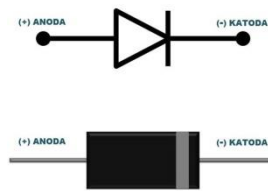
Sumber : (Wilisela. 2020)

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 dirangkakan menjadi suatu *bridge* dan dikemas menjadi satu kesatuan komponen. *Dioda bridge* digunakan sebagai penyearah pada *power suplay*. 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)

2.4 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:

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

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

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

Keterangan :

I_r = 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.

2.5 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 dihubungkan 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 dikirimkan 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).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi di Laboratorium Energi dan Rekayasa Material di mulai dari bulan Januari 2023 hingga November 2023 yang mencakup pada perencanaan, pengujian, dan perancangan alat.

3.2 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini diperlukan untuk menunjang kegiatan penelitian yang dilakukan. Oleh karena itu perlunya pemilihan alat dan bahan yang sesuai spesifikasi dalam penelitian. Pemilihan alat dan bahan dilandasi dari informasi pada literatur dan tinjauan pustaka. Alat dan bahan yang diperlukan dalam penelitian, berikut daftar alat dan bahan dapat dilihat pada tabel 2 berikut.

Tabel 2.Komponen alat dan bahan penelitian

No	Alat	Fungsi
1	<i>Power Supply</i>	Sumber tegangan dan arus listrik
2	<i>Multimeter</i>	Alat ukur tegangan, arus, dan hambatan
3	<i>Solder</i>	Menyolder komponen elektronik
4	Gunting	Memotong atau menggunting benda
5	Obeng	Membuka dan mengencangkan baut
6	Tang	Menahan baut obeng
7	<i>Personal Computer</i>	Membuat program <i>Arduino</i>
No	Bahan	Fungsi
1	Sensor <i>BH 1750</i>	Sensor, mengukur intensitas cahaya
2	I2C	Penghubung LCD
3	<i>PCB</i>	Papan rangkaian
4	<i>Resistor</i>	Menghambat arus listrik
5	<i>Arduino</i>	Menjalankan perintah program
6	<i>Liquid Cristal Display (LCD)</i>	Menampilkan nilai pembacaan sensor
7	Timah	Material solder
8	Kabel	Menghubungkan komponen

9	<i>White Box</i>	Tempat dan kotak pelindung rangkaian
10	Lem	Menguatkan komponen
11	Baut	Menahan komponen <i>PCB</i>
12	Akrilik	Tempat berdirinya <i>PCB</i>
13	<i>Adaptor dc 1.5 A</i>	Menurunkan daya listrik
14	<i>Dioda</i>	Menyearahkan arus listrik

Pada tabel 2 dapat dilihat alat dan bahan yang dibutuhkan pada penelitian telah disesuaikan berdasarkan spesifikasi dan literatur. Dari fungsi alat yang ada, secara garis besar alat dalam penelitian ini membantu dalam kegiatan perancangan maupun pengukuran. Sedangkan bahan dalam penelitian memberikan gambaran akan komponen yang diperlukan untuk membuat suatu alat ukur dengan adanya sensor.

3.3 Metode penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian pengembangan. Dalam metode penelitian ini disusun langkah-langkah untuk merancang alat maupun sistem pengukuran yang efektif terhadap permasalahan yang ada. Berdasarkan hal tersebut metode penelitian ini terdiri dari perancangan diagram blok, perancangan perangkat lunak dan perangkat keras sistem.

a. Diagram blok

Perancangan diagram blok sistem pada penelitian ini di buat berdasarkan logika berpikir dalam mencapai hasil akhir yang bertujuan untuk memberikan informasi rata-rata radiasi pada pengukuran perancangan sistem diagram blok sistem ini menggambarkan kerja dari sistem yang akan dibangun. Diagram blok sistem diawali dari pembacaan radiasi objek (radiasi matahari) dengan menggunakan sensor BH1750, perubahan tegangan daya yang telah terbaca oleh sensor BH1750 berupa tegangan *Digital*.

Alat ukur radiasi matahari ini bekerja menggunakan kontrol *arduino uno* dengan suplay arus dari *adaptor Dc 1.5 Volt*. Sistem ini membaca keluaran sinyal intensitas menjadi tegangan dan arus yang dihasilkan dari cahaya matahari yang diterima oleh sensor. Keluaran sinyal *Digital* yang akan di ditampilkan kedalam satuan radiasi (Watt/m^2) dan lux (Lx) intensitas. Informasi rata-rata daya radiasi ini akan di tampilkan pada perangkat *LCD* melalui komunikasi serial I2C.

b. perangkat lunak sistem

perancangan program menggunakan software arduino ide dengan bahasa pemrograman.

pertama-tama masukkan komponen dasar

```
#include <SPI.h>
#include <SD.h>
#include <Wire.h>
#include "RTClib.h"
#include <BH1750.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);

BH1750 lightMeter;

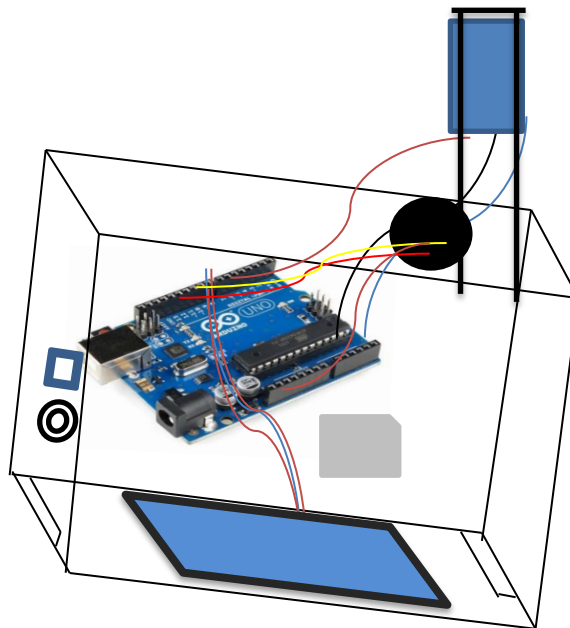
const float luxToRadiation = 0.0079; // Nilai ini bersifat
perkiraan, sesuaikan sesuai dengan kondisi lokasi Anda
```

Nilai koefisien 0,0079 didapat dari literatur untuk nilai pembacaan 1 lux, atau bisa ditulis sebagai $1 \text{ lux} = 0,0079 \text{ Watt/m}^2 \text{ radiasi}$

```
void loop()
{
  DateTime now = rtc.now();

  float lux = lightMeter.readLightLevel();
  float radiation = lux * luxToRadiation;
```

c. Perangkat keras

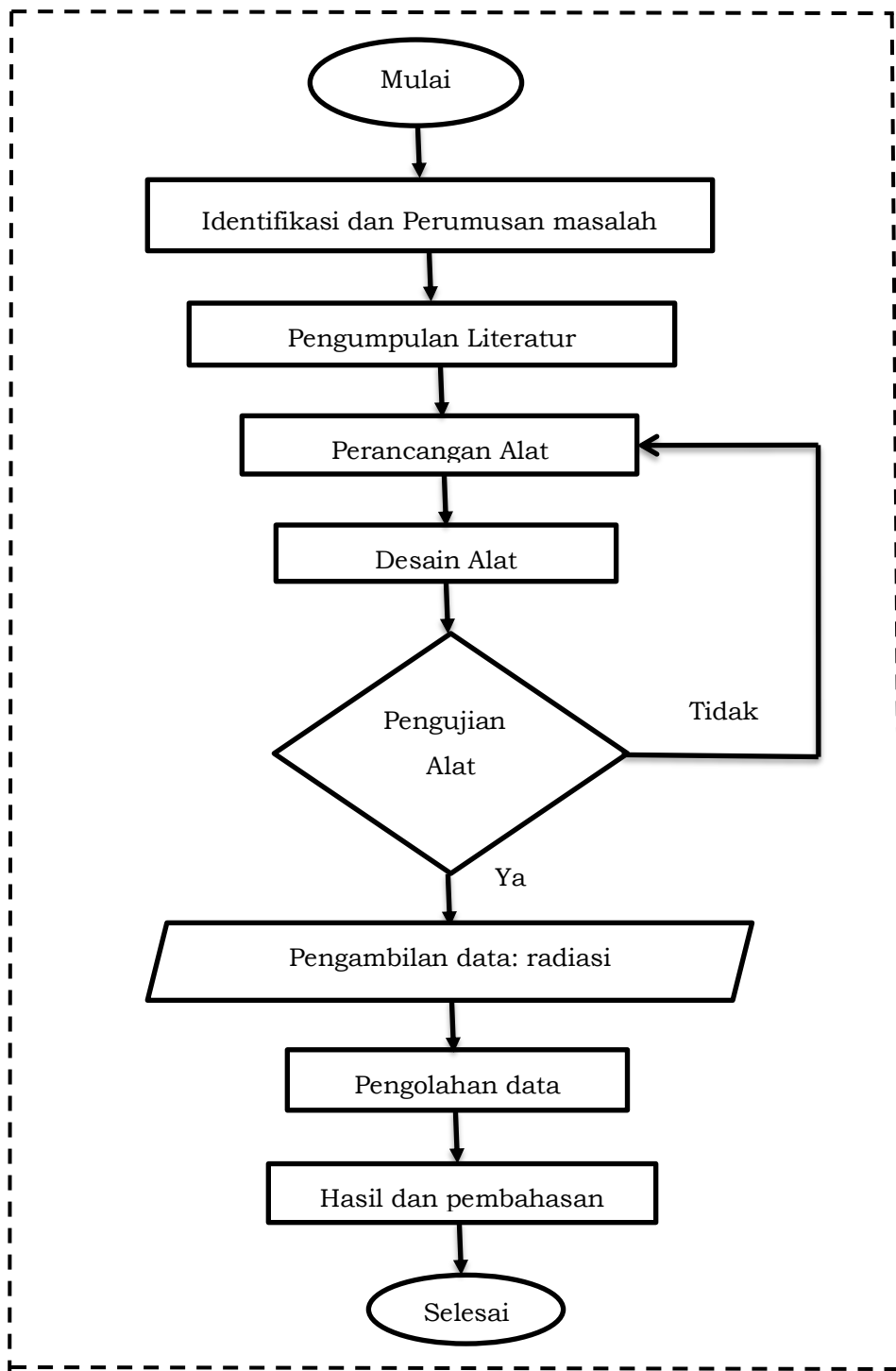


Gambar 16.Skema alat ukur radiasi matahari.

Sensor *BH 1750* berfungsi mengonversi perubahan besaran fisis radiasi foton menjadi energi listrik. Pada perancangan perangkat kerasnya, awalnya arus akan di *supplay* dari *adaptor* kapada *arduino*, beberapa komponen rancang akan di rangkai diatas *PCB* dengan beberapa kabel sebagai penghubung arusnya, setelah keseluruhan di rancang, selanjutnya dilakukan pengecekan arus normal yang sesuai pada komponen, program *arduino uno* dengan teliti untuk mempersiapkan pembacaan daya radiasi oleh sensor *BH 1750*, hasil pembacaan akan ditampilkan pada *LCD* dan data pengukuran akan tersimpan pada data logger dan dilakukan pengecekan alat seksama.

Penelitian yang dilakukan secara garis besar terdiri atas 3 bagian. Bagian yang dilakukan dalam penelitian ini, yaitu perancangan dan pembuatan *instrument*, perancangan dan pembuatan program, dan pengujian *instrument*. Persiapan dan perakitan alat meliputi dua hal, yaitu persiapan program dan pengintegrasian modul serta sensor. Persiapan program dilakukan dengan melakukan *tracking* program untuk setiap modul dan sensor *BH 1750*. Kemudian dilakukan integrasi dengan melakukan kombinasi antar setiap unit hingga membentuk suatu sistem kerja.

Proses tersebut dilakukan dengan *software Microkontroller IDE*. Bagian ini akan mengendalikan bagian-bagian dari sistem untuk bekerja sesuai dengan rancangan yang diinginkan. Adapun yang menjadi fokus kontrol adalah bagian sensor, *display* dan *data logger*. Setelah proses persiapan selesai, maka dilakukan perakitan atau penggabungan sensor Setelah selesai proses penggabungan, alat tersebut akan mengalami serangkaian pengujian. Alur penelitian alam ukur radiasi di tunjukkan pada gambar Gambar 17 berikut:



Gambar 17. Diagram alir penelitian alat ukur radiasi.

Gambar 17 Prosedur dalam penelitian ini melalui beberapa tahapan diantaranya ialah identifikasi dan perumusan masalah dilakukan dengan mencari permasalahan dan merumuskan masalah, pengumpulan literatur dilakukan dengan mencari referensi-referensi pendukung penelitian, perancangan alat dilakukan dengan membuat *skematik* dan perakitan alat di

papan *Project Circuit Board*, pembuatan alat, pengujian alat dilakukan dengan menguji tangkapan daya radiasi, pengambilan data, pengolahan data menggunakan *excel*, presentasi hasil dan pembahasan setelah data diambil dan diolah.

3.4 Prosedur penelitian

Adapun prosedur dalam penelitian ini disesuaikan dengan tujuan penelitian, ada beberapa tahapan yang akan dilakukan penelitian dan pengembangan mengemukakan bahwa langkah-langkah penelitian dan pengembangan terdiri dari mengkaji alat yang sudah ada, melakukan studi literatur dan penelitian lapangan, merencanakan desain alat, melakukan uji desain alat, merevisi desain alat, membuat alat ukur.

Mengkaji alat yang sudah ada, alat yang akan dikaji adalah ASRS (*Automatic Sun Radiation Station Station*). ASRS merupakan alat digital dan otomatis dari BMKG sehingga pengukuran tidak lagi manual dalam pengumpulan data dan juga update data secara *Real-Time*. Berikut langkah langkah dalam prosedur penelitian :

a. Perancangan dan pembuatan alat ukur radiasi

Prosedur dalam perancangan dan pembuatan alat ukur radiasi diantaranya sebagai berikut :

disiapkan alat dan bahan yang diperlukan dalam penelitian

dirancang sistem pengukuran radiasi matahari yang terdiri dari perancangan diagram blok, perangkat lunak dan perangkat keras sistem

perancangan diagram blok bertujuan untuk menggambarkan keseluruhan sistem yang dibangun

perancangan perangkat lunak sistem dirancang melalui bantuan *Software Arduino IDE* dalam bentuk program *computer*

1. dalam perancangan perangkat keras sistem, dihubungkan setiap komponen.

b. perancangan desain sistem

perancangan desain sistem bertujuan untuk mendapatkan sistem pengukuran yang sesuai dengan permasalahan yang dihadapi, perancangan desain sistem dilakukan dengan observasi lapangan untuk melihat kondisi pancaran sinar matahari sekitar. Dari kegiatan lapangan didapatkan data berupa sudut datang cahaya matahari pada jam 12.00 wib – 12.30 wib memiliki sudut kemiringan 95-100 derajat.

3.5 Metode Analisis Data

Adapun metode analisis yang digunakan dalam analisis data ini adalah metode kuantitatif. Dimana metode ini berperan dalam pengolahan data kuantitatif setiap analisis untuk melihat hubungan antar variabel terukur. Kegiatan analisis ini menggunakan data hasil pembacaan sensor pada alat ukur. Kegiatan analisis bertujuan untuk melihat kinerja dari alat ukur dan sistem yang telah dibangun sebagai langkah evaluasi. Berikut tahap metode analisis data dalam penelitian :

a. pengolahan data

Kegiatan pengolahan data dalam penelitian ini menggunakan bantuan *Software Excel* dalam menunjang kegiatan kalkulasi data maupun statistik data. Hasil pengolahan data akan ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik dengan tujuan untuk melihat hubungan antar variabel terukur. Dengan ditampilkannya data dalam bentuk tabel dan grafik, dapat mempermudah peneliti dalam kegiatan analisis data.

b. Analisis data

Kegiatan analisis data dalam penelitian setelah kegiatan pengolahan data. Analisis data merupakan bagian akhir untuk mendapatkan gambaran logis dari suatu penelitian yang telah dilakukan. Dalam kegiatan analisis data diperlukan data-data yang mendukung guna mendapatkan kesimpulan akhir yang dapat dipertanggung jawabkan. Adapun data yang akan dianalisis berupa data karakteristik alat ukur sistem sebagai berikut :

➤ Kesalahan (*Error*)

Kesalahan atau error adalah besarnya perbedaan atau selisih antara nilai taksiran (hampiran) dengan nilai sesungguhnya (eksak). Kesalahan alat ukur dapat dihitung menggunakan persamaan 2.

$$Error (\%) = \left| \frac{Jp - Js}{Js} \right| \times 100\% \quad (2)$$

Persamaan 2 menunjukkan rumusan untuk menghitung nilai kesalahan(error) saat kegiatan pengukuran daya radiasi yang dilakukan, dimana Jp adalah pembacaan alat ukur dan Js adalah nilai sebenarnya. Dalam hal ini nilai sebenarnya didapatkan dengan membandingkan data pada alat standar lux meter.

➤ Akurasi

Akurasi adalah nilai yang menyatakan kedekatan hasil pengukuran terhadap nilai sesungguhnya (pengukuran standar). Akurasi diperoleh dari hasil perbandingan dengan alat ukur standar. Pembacaan pada alat ukur dapat

dihitung dengan menggunakan persamaan

$$Akurasi(\%) = 100\% - error(\%) \quad (3)$$

Dimana dari persamaan 3, nilai akurasi(%) dapat diperoleh dengan mengurangkannya dengan kesalahan pembacaan alat(%).

BAB IV

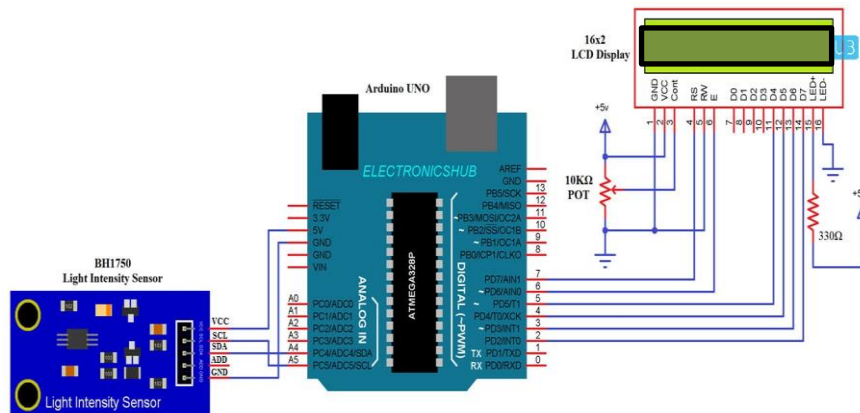
HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara umum pada bab ini terdiri atas pengujian alat ukur radiasi cahaya matahari serta pengambilan data berupa koefisien absorpsi pada radiasi terukur. Kemudian hasil yang didapat akan dianalisa menjadi sebuah pembahasan. Pengujian dilakukan sistem yang telah dirancang dengan baik seperti sistem alat ukur radiasi matahari pada sensor *BH 1750* dan *Liquid Cristal Display* sebagai output pada pengukuran sensor.

4.1 Hasil Rancang Bangun Alat Ukur Intensitas Radiasi Matahari Berbasis *Arduino uno* dan *Data Logger*

4.1.1 Hasil perancangan Alat ukur radiasi

Setelah melakukan tahapan perancangan sistem alat ukur intensitas cahaya matahari berbasis arduino uno dengan sensor *BH 1750*, selanjutnya alat dibuat sesuai dengan rancangan yang telah dibuat baik ukuran maupun tata letak alat ukur intensitas cahaya matahari secara keseluruhan telah disusun sesuai dengan rancangan yang ada. Adapun skema perancangan alat terdapat pada gambar 18.



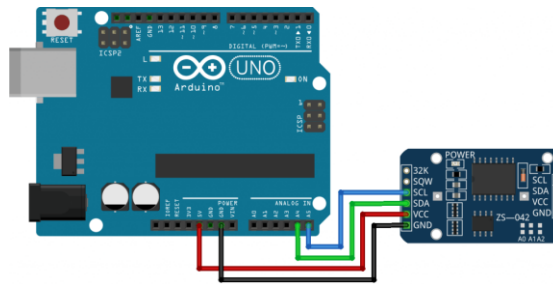
Gambar 18. rangkaian perancangan sensor BH1750 dan LCD

Pertama, sambungkan VCC dan GND Sensor Cahaya BH1750 ke +5V dan GND Arduino. Kemudian sambungkan pin SCL dan SDA sensor ke pin yang sesuai pada Arduino (A5 dan A4). Pin ADD dapat dihubungkan ke GND. Hal ini membuat Pin ADD rendah dan Alamat Slave I2C Sensor Cahaya Sekitar BH1750. Datang ke LCD, Pin RS, E, D4 sampai D7 dari LCD terhubung ke 7 sampai 2 Pin I/O. Hubungkan Sensor BH1750 ke Arduino Uno:

Hubungkan pin VCC pada sensor BH1750 ke pin 5 Volt pada Arduino Uno.

Hubungkan pin *GND* pada sensor BH1750 ke pin *GND* pada Arduino Uno.
 Hubungkan pin *SDA* pada sensor BH1750 ke pin A4 pada Arduino Uno.
 Hubungkan pin *SCL* pada sensor BH1750 ke pin A5 pada Arduino Uno.

Menghubungkan *LCD* ke *Arduino Uno* melibatkan beberapa langkah dan koneksi kabel. Cara menghubungkan *LCD* ke *Arduino Uno* menggunakan konfigurasi umum yang melibatkan penggunaan kontroler, pertama hubungkan pin *GND* pada *LCD* ke pin *GND* pada *Arduino Uno*, selanjutnya hubungkan pin *VCC* pada *LCD* ke pin 5V pada *Arduino Uno*, lalu hubungkan pin *SDA* pada *LCD* ke pin digital 12 pada *Arduino Uno*, hubungkan pin *SCL* pada *LCD* ke pin digital 11 pada *Arduino Uno*, hubungkan pin *VO* pada *LCD* ke pusat kaki potensiometer 10k *Ohm*, hubungkan salah satu ujung resistor potensiometer ke pin 5V pada *Arduino Uno*, Hubungkan ujung lain resistor potensiometer ke pin *GND* pada *Arduino Uno*. Kemudian pada perancangan alat ukur berbasis arduino untuk data logger nya pada skema rangkaian berikut :



Gambar 19. rangkaian komponen *data logger* terhadap *Arduino Uno*

Pada skema rangkaian data logger diatas, berikut pin terhubungnya ;

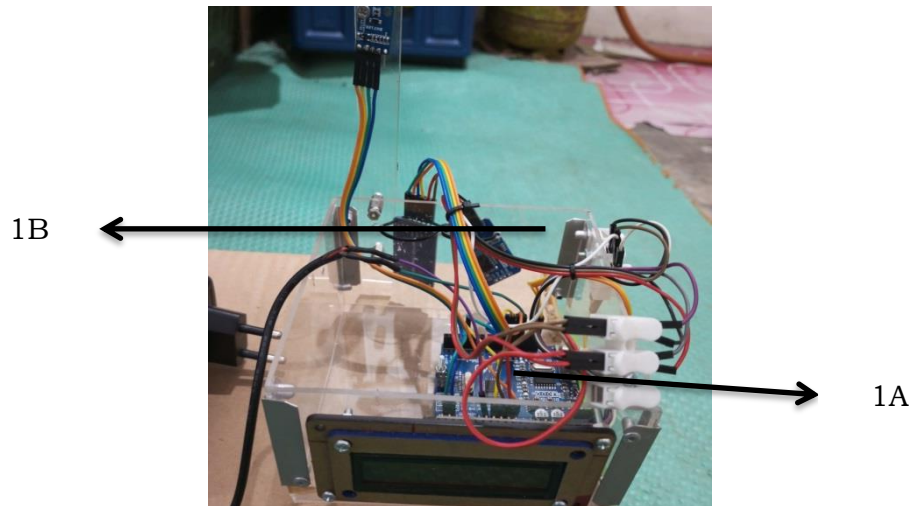
Tabel 3. Skema Pin kaki pada data logger

GND	: GND
5V	: vcc
12	: MISO
11	: MOSI
13	: SCK
4	: CS

Data logger secara teratur mengambil data dari sensor sesuai dengan interval sebanyak 1 menit. Interval ini dapat diatur sesuai kebutuhan aplikasi atau berdasarkan kecepatan perubahan parameter intensitas dan radiasi. ata

yang telah diambil dan diolah kemudian disimpan ke kartu *SD*. Kartu *SD* adalah media penyimpanan yang umum digunakan karena ukurannya yang kecil, kapasitas penyimpanan yang besar, dan kemampuan membaca/tulis yang cepat.

Adapun tampilan alat setelah dilakukannya perancangan keseluruhan alat ukur berbasis arduino uno dan data *logger* sebagai berikut :



Gambar 20. Hasil perancangan perangkat keras alat ukur

Gambar 20 menunjukkan hasil rancangan keseluruhan alat ukur radiasi matahari berbasis arduino uno dan data *logger*. Alat ini terdiri dari 2 bagian yaitu badan alat dan *cover* alat berupa mika plastik. Bagian badan alat ditunjukkan pada gambar 1A, bagian ini dibangun dengan bahan akrilik berukuran 15 x 12 cm dengan panjang 10 cm, sedangkan bagian *cover* alat berfungsi untuk meletakkan alat sensor yang akan menjadi media pelindung komponen dalam pengambilan data pada gambar 1B.

4.1.2 Hasil perancangan perangkat lunak (Software)

Hasil perancangan software alat ukur radiasi di capai dengan membuat program menggunakan aplikasi arduino Genio versi 1,8.49. program yang dirancang terdapat pada lampiran. pada keseluruhan isi program yang terdiri dari penjabaran setiap variable yang dibutuhkan, pengkondisian sinyal karena sinyal sensor menghasilkan data, mengkonversi data analog menjadi data digital radiasi yang kemudian akan ditampilkan pada *LCD*.

Adapun kode digital *Arduino Uno* sebagai berikut :

```
include <SPI.h>
#include <SD.h>
#include <Wire.h>
#include "RTClib.h"
#include <BH1750.h>
```

```

#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);

void loop()
{
    DateTime now = rtc.now();

    float lux = lightMeter.readLightLevel();
    float radiation = lux * luxToRadiation;

    Serial.print("Light: ");
    Serial.print(lux);
    Serial.println(" lx");

    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("RM:");
    lcd.println(radiation, 2);
    lcd.setCursor(7, 0);
    lcd.print(" W/m^2");

    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("i ntens:");
    lcd.println(lux);
    lcd.setCursor(12, 1);
    lcd.print(" Lux");

    Serial.print("Radiation: ");
    Serial.print(radiation, 2); // Menampilkan dengan 4 angka di
    belakang koma untuk presisi
    Serial.println(" W/m^2");

    delay(1000);

    // Kirim data ke SD card
    myFile = SD.open("logger.txt", FILE_WRITE);

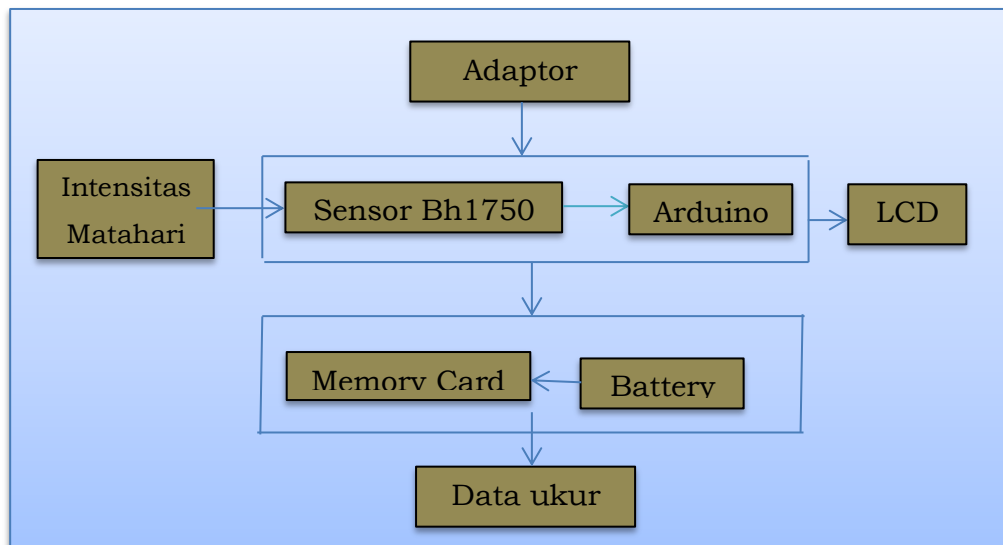
```

Gambar 21. Perancangan program konversi nilai sensor

4.2 Cara Kerja Alat Ukur

Alat ukur radiasi matahari yang dirancang berdasarkan skema perancangan sebelumnya, nilai radiasi didapat dengan pengkalian antar nilai intensitas cahaya dan koefisien, langkah Pertama yang dilakukan dengan mengkaji alat ukur radiasi konvensional di BMKG, alat yang akan dikaji adalah *ASRS (Automatic Sun Radiation Station)*. *ASRS* merupakan alat digital dan otomatis di BMKG sehingga pengukuran tidak lagi manual dalam pengumpulan data, sedangkan alat pengukuran hasil perancang juga sama, menggunakan pencatat data otomatis, namun dikarenakan keterbatasan alat standar pada laboratorium, maka dilakukanlah penyesuaian nilai pembacaan oleh sensor, yang mana hal ini bertujuan agar nilai yang terbaca tidak memiliki jarak lompatan atau *Gap* perubahan nilai yang terlalu jauh dari satu nilai

pengukuran ke nilai pengukuran seterusnya. Adapun tahapan pembacaan nilai radiasi oleh alat ukur sebagai berikut :



Gambar 22. Diagram cara kerja pengukuran alat

Tahap pertama, dimulai pada alat dalam keadaan *Onn* atau terhubung ke sumber listrik melalui *Adaptor* terhadap *Arduino Uno*. *Microkontroller* mengaktifkan Aktuator, yaitu sensor BH1750. Sensor BH1750 menerima dan menangkap intensitas cahaya dari lingkungan sekitar. Elemen penangkap cahaya ini terletak di bagian atas sensor dengan menerima cahaya dari berbagai arah, selanjutnya cahaya diubah menjadi arus listrik melalui *Converter* sensor. Hal ini dapat dilakukan karena bahan sensor yang bersifat fotosensitif sehingga dapat menghasilkan muatan listrik ketika terkena cahaya. Selanjutnya, arus listrik yang dihasilkan diubah menjadi nilai digital. Sensor BH1750 keluarannya berupa sinyal digital yang dapat langsung dibaca dan diolah oleh mikrokontroler atau perangkat lainnya, data yang telah dikonversi kemudian diubah menjadi satuan nilai radiasi menggunakan perintah rumus *Arduino Uno*, sehingga pada tahap akhirnya data hasil konversi nilai tersebut disimpan dalam memori internal *data logger* berupa *flash memori* yang menggunakan baterai sebagai sumber daya. Sehingga akhirnya data dapat dilihat pada *memory card*.

4.3 Pengujian sensor BH1750

Pengujian pada fungsi *Arduino Uno* dengan sensor BH1750 bertujuan untuk mengetahui apakah sistem *Mikrokontroller* dapat bekerja sesuai yang diharapkan atau tidak. *Arduino Uno* yang berfungsi sebagai pengolah data *asc* yang akan diolah menjadi nilai radiasi serta mengendalikan komponen *actuator* (*LCD*) dapat berfungsi dengan baik atau tanpa hambatan teknis. Pengujian pada

arduino uno dilakukan dengan menghubungkan Arduino uno dengan laptop menggunakan kabel *USB*.

Adapun penyesuaian yang kedua dengan cara, menyesuaikan nilai pembacaan oleh sensor, yang mana hal ini bertujuan agar nilai yang terbaca tidak memiliki jarak lompatan atau *Gap* perubahan nilai yang terlalu jauh dari satu nilai pengukuran ke nilai pengukuran seterusnya

4.4 Pembacaan nilai radiasi pada tampilan *LCD* saat pengukuran

Penampil data radiasi dilakukan pada titik koordinat garis bujur $40^{\circ}24'12.2''N$ $2^{\circ}10'26.5''E$, menghubungkan sensor sensor BH1750 ke arduino uno dengan bantuan *LCD*. Pada penelitian ini digunakan 1 buah sensor seperti pada gambar 23.



Gambar 23. Tampilan nilai radiasi saat pengukuran

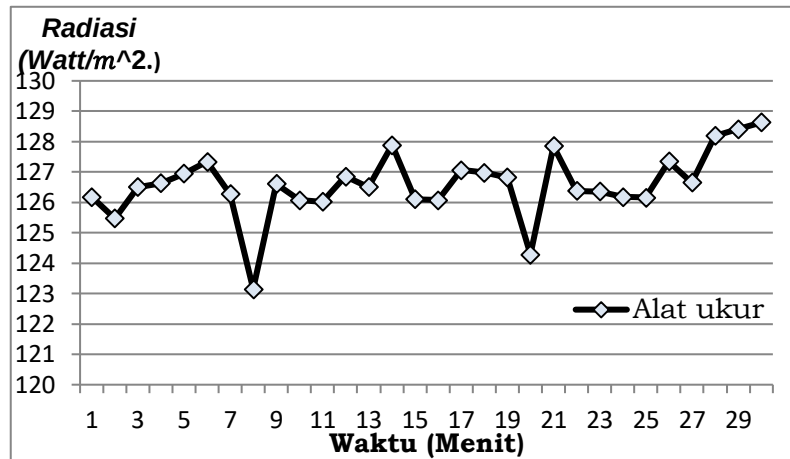
Gambar 23 menunjukkan *set up* pengujian sensor sensor BH1750. Penampilan data tersebut menggunakan satu buah *LCD*. *LCD* ini berfungsi untuk menampilkan data radiasi matahari saat dilakukannya pengukuran, setelah alat ukur dalam posisi *Onn*, tahap selanjutnya dilakukanlah konversi antara hasil kali nilai intensitas dan koefisien konversi didalam kode perintah kerja *Arduino Uno*, sehingga didapat nilai radiasi cahaya yang sedang diukur berapa. Dengan memiliki informasi mengenai radiasi cahaya yang diukur, maka peneliti dapat menggunakan data hasil pengukuran tersebut untuk membandingkan nya dengan alat konvensional yang ada menurut sumber literatur. Adapun kegiatan pengukuran radiasi cahaya berhasil dilakukan oleh peneliti dan nilai radiasi didapat seperti yang ditunjukkan pada tabel 4 berikut.

Tabel 3. Data hasil pengukuran alat yang tersimpan pada data logger

NO	Waktu (Jam)	Nilai Radiasi alat ukur (Watt/m^2)	Lux (lx)
1	12.00	126.18	15.972
2	12.01	125.47	15.883
3	12.02	126.51	16.014
4	12.03	126.63	16.029
5	12.04	126.95	16.070
6	12.05	127.30	16.114
7	12.06	126.27	15.984
8	12.07	123.15	15.589
9	12.08	126.61	16.027
10	12.09	126.07	15.958
11	12.10	126.02	15.952
12	12.11	126.85	16.057
13	12.12	126.51	16.014
14	12.13	127.00	16.076
15	12.14	126.11	15.964
17	12.15	126.07	15.959
18	12.16	127.06	16.084
19	12.17	126.98	16.074
20	12.18	126.82	16.053
21	12.19	124.28	15.732
22	12.20	127.85	16.184
23	12.21	126.38	15.997
24	12.22	126.30	15.987
25	12.23	126.18	15.972
26	12.24	126.16	15.970
27	12.25	127.35	16.120
28	12.26	126.65	16.031
29	12.27	128.19	16.226
30	12.28	128.40	16.253

Berdasarkan tabel diatas adalah hasil pengukuran sebanyak 30 data yang dilakukan, dan proses studi literatur serta analisa data guna diperoleh kesimpulan bahwa nilai intensitas radiasi yang di uji coba telah mendekati hasil ukur alat sebenarnya yang mampu mengukur sampai dengan 120-130 Watt/m^2 dan pada intensitas pada angka 15.000-16.253 lux. Hasil ini merupakan awal yang baik untuk sekelas penelitian alat rancang bangun yang berhasil dibuat untuk dikembangkan pada bagian ketelitian alat ukurnya, karena didapat hasilnya sudah mendekati dengan nilai radiasi alat ukur konvensional yang ada. Penyesuaian pembacaan sensor sangat berpengaruh dan berperan penting

untuk menjadi bagian yang terus di uji sehingga memperoleh ketelitian yang sama dengan alat ukur konvensional yang ada. Adapun data logger untuk merekam data hasil pengukuran di dalam *SD-Card* telah mampu menyimpan data dalam bentuk file .txt dengan baik dan dapat diolah hasil pengukurannya. Data



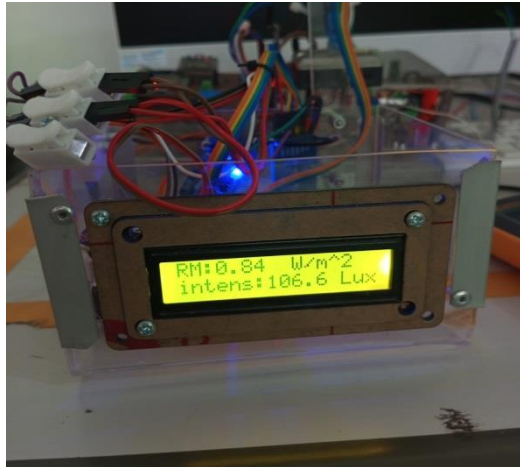
Gambar 24. Grafik data radiasi hasil pengukuran

Pada gambar 24 Sensor BH1750 grafik radiasi yang didapat sama dengan grafik intensitas cahaya karena satu kesatuan atau radiasi adalah hasil kali antara intensitas dan nilai koefisien sebesar 0,0079. Jika ada perubahan yang cepat dalam tingkat cahaya (misalnya, perubahan hembusan angin atau cahaya matahari yang mendadak karena awan disebut perubahan keadaan cuaca), sensor mungkin tidak dapat mengukur dengan cepat atau stabil, sehingga didapat grafik yang belum stabil atau linier secara ilmiah karena dipengaruhi kondisi lingkungan saat pengukuran berlangsung. Perubahan suhu atau kelembaban di sekitar sensor juga dapat memengaruhi kinerjanya. Sensor menggunakan fotodioda untuk mendeteksi intensitas cahaya.

intensitas cahaya yang jatuh pada sensor menunjukkan semakin terang sumber cahaya, semakin banyak pula intensitas cahaya yang diterima oleh sensor, maka nilai ini memberikan indikasi seberapa terik matahari sekitar. Semakin tinggi intensitas cahaya, semakin tinggi nilai lux yang diukur oleh sensor.

4.4.1 Tampilan data Radiasi pada LCD

Pengujian liquid crystal display *LCD* dilakukan dengan inisialisasi *LCD* kedalam arduino uno agar *LCD* dapat menampilkan karakter atau angka sesuai program yang diinginkan gambar 21 merupakan hasil pengujian *LCD*.



Gambar 25. Tampilan data pada LCD

Gambar 25 menunjukkan hasil dari pengujian LCD 16x2 Cm pada pengujian tersebut LCD dihubungkan kemikrokontroller pada pin SDA (serial data) dan SCL (Serial Clock) atau pin A4 dan pin A5 yang merupakan pin dengan fungsi khusus, yaitu pin yang berperan sebagai pin pengirim data secara serial dua arah. LCD memiliki driver yang berfungsi untuk mengubah data *ASDCII* output mikrokontroller menjadi tampilan karakter. Sehingga nilai yang akan tampil pada LCD display akan dapat dikendalikan oleh arduino uno berdasarkan hasil pengujian LCD 16x2 Cm dapat menampilkan karakter huruf maupun angka serta penambahan satuan pengukuran dengan normal

Sedangkan data pembanding didapatkan dengan meminta langsung format data *MS. Excel* data BMKG Berikut :

Tabel 4. Data alat *Phyranometer* BMKG

No	Waktu (WIB)	Nilai Rata-rata Radiasi alat (Watt/m^2)	Radiasi Global Harian (Watt/m^2)
1	12.00	140.39	433.9
2	12.01	140.39	433.8
3	12.02	140.39	433.9
4	12.03	140.39	434.2
5	12.04	140.39	435.3
6	12.05	140.39	435.5
7	12.06	140.39	435.6
8	12.07	140.39	435.8
9	12.08	140.39	436.1
10	12.09	140.41	436.5
11	12.10	140.41	436.6
12	12.11	140.41	437.8

13	12.12	140.41	438.5
14	12.13	140.41	438.9
15	12.14	140.41	438.9
16	12.15	140.41	438.9
17	12.16	140.42	439.1
18	12.17	140.42	439.1
19	12.18	140.42	439.1
20	12.19	140.43	439.5
21	12.20	140.43	439.5
22	12.21	140.43	439.8
23	12.22	140.43	438.8
24	12.23	140.43	438.8
25	12.24	140.43	438.8
26	12.25	140.44	439.5
27	12.26	140.44	439.5
28	12.27	140.44	439.5
29	12.28	140.44	439.5
30	12.29	140.44	439.5

Phyranometer mengukur intensitas radiasi matahari dalam unit tertentu, seperti (Watt/m^2). Beberapa parameter yang sering diukur oleh *Phyranometer* meliputi: Radiasi Matahari total ini adalah jumlah total radiasi matahari dalam 1 hari yang mencapai *Phyranometer*, termasuk didalamnya radiasi rata-rata matahari yang diukur dan dijumlahkan langsung. Radiasi Matahari Langsung (*Direct*) adalah radiasi matahari yang datang langsung dari matahari tanpa tersebar oleh atmosfer. Radiasi Matahari Difus (*Diffuse*): Ini adalah radiasi matahari yang tiba di permukaan setelah tersebar oleh partikel-partikel di atmosfer. *Phyranometer* biasanya memiliki sensor sensitif terhadap radiasi matahari dalam rentang panjang gelombang 300 hingga 3000 nanometer, yang mencakup sebagian besar spektrum sinar matahari yang mencapai permukaan Bumi. Pengukuran radiasi matahari ini penting dalam berbagai aplikasi, termasuk penelitian energi surya, dan perencanaan sistem energi terbarukan. Data radiasi matahari dapat membantu menghitung potensi energi surya yang dapat dihasilkan di suatu lokasi dan merencanakan instalasi panel surya secara efisien.

4.3 Hasil selisih akurasi pembacaan nilai sensor BH1750 alat ukur terhadap *phyranometer*

4.3.1 Akurasi

Akurasi adalah nilai yang menyatakan kedekatan hasil pengukuran terhadap nilai sesungguhnya, dimana digunakan alat pembanding (alat *Phyranometer*) untuk membandingkan hasil pembacaan nilai radiasi pada alat

ukur yang telah dibuat. Hasil pembacaan nilai radiasi alat ukur dan alat *Phyranometer* dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil pembacaan nilai radiasi alat ukur terhadap alat *Phyranometer*

No	radiasi alat ukur (Watt/ M^2)	<i>Phyranometer</i> (Watt/ M^2)	Error (%)	Akurasi (%)
1	126.18	140.39	10,13	89,87
2	125.47	140.39	10,63	89,37
3	126.51	140.39	9,89	90,11
4	126.63	140.39	9,81	90,19
5	126.95	140.39	9,58	90,42
6	127.30	140.39	9,33	90,67
7	126.27	140.39	10,02	89,94
8	123.15	140.39	12,29	87,71
9	126.61	140.39	9,82	90,18
10	126.07	140.41	10,22	89,78
11	126.02	140.41	10,25	89,75
12	126.85	140.41	9,66	90,34
13	126.51	140.41	9,90	90,10
14	127.00	140.41	9,56	90,44
15	126.11	140.41	10,19	89,81
16	126.07	140.41	10,22	89,78
17	127.06	140.42	9,52	90,48
18	126.98	140.42	9,58	90,42
19	126.82	140.42	9,69	90,31
20	124.28	140.43	11,51	88,49
21	127.85	140.43	8,96	91,04
22	126.38	140.43	10,01	89,99
23	126.30	140.43	10,07	89,93
24	126.18	140.43	10,15	89,85
25	126.16	140.43	10,17	89,83
26	127.35	140.44	9,33	90,67
27	126.65	140.44	9,82	90,18
28	128.19	140.44	8,73	91,27
29	128.40	140.44	7,58	92,42
30	128.63	140.44	8,47	91,53
Rata-rata (%)			9,83	90,16

Setelah hasil dari sensor lebih stabil, langkah selanjutnya adalah menghitung nilai error dan akurasi dari pembacaan sensor terhadap hasil pembacaan nilai radiasi *Phyranometer*. adapun data pengukuran radiasi didapat dengan dilakukannya pengukuran alat ukur, kemudian dicari selisih dari nilai radiasi antara alat ukur hasil rancangan dengan alat konvensional yang ada yaitu *Phyranometer*. Selisih rata-rata dari *error* alat pada menunjukkan angka 9,83 %, sedangkan rata-rata alat ukur sebesar 90,16 %. Dalam banyak aplikasi,

alat ukur yang memiliki ketidakpastian pengukuran di bawah 10% dianggap dapat diterima.

Pyranometer yang dipasang secara horizontal dan seutuhnya menghadap langit tanpa penghalang menjadi acuan penelitian dalam pengambilan data, yang mana kondisi alat disaat dilakukannya pengukuran menyerupai kondisi tersebut, mengenai jarak antar alat dan gangguan lainnya akan dibahas menurut literatur.

4.3.2 Grafik perbandingan nilai radiasi matahari alat ukur yang di rancang dengan alat ukur terhadap (*Phyranometer*) BMKG.

Sensor BH1750 sendiri bukanlah alat ukur radiasi khusus, tetapi lebih umum digunakan sebagai sensor cahaya (lux meter) untuk mengukur intensitas cahaya, sementara itu, alat *Phyranometer* ASRS (BMKG) adalah stasiun cuaca otomatis yang dapat mengukur berbagai parameter cuaca, termasuk suhu, kelembaban udara, tekanan udara, kecepatan dan arah angin, dan radiasi matahari. Radiasi matahari ini dapat diukur dengan menggunakan *Phyranometer* atau sensor radiasi matahari khusus. Untuk kalibrasi Energi Matahari tidak bisa dilakukan disebabkan belum adanya alat standar serta laboratoriumnya. Sehingga hanya dapat dilakukan interkomparasi yaitu dengan membandingkan alat ASRS dengan sensor yang ada buatan pabrik untuk melihat sejauh mana kedekatan hasil pengukuran alat dengan alat operasional yang ada.

Spesifikasi kinerja alat ukur terletak pada komponen-komponen yang membangun sebuah alat ukur dan fungsi dari masing-masing komponen tersebut dalam membangun alat. Alat ukur ini dirancang untuk mengamati radiasi matahari. Data yang diperoleh dari hasil pengukuran dapat disimpan di memori atau *SD Card*, sehingga sewaktu-waktu jika diperlukan data tersebut dapat dilihat kembali.

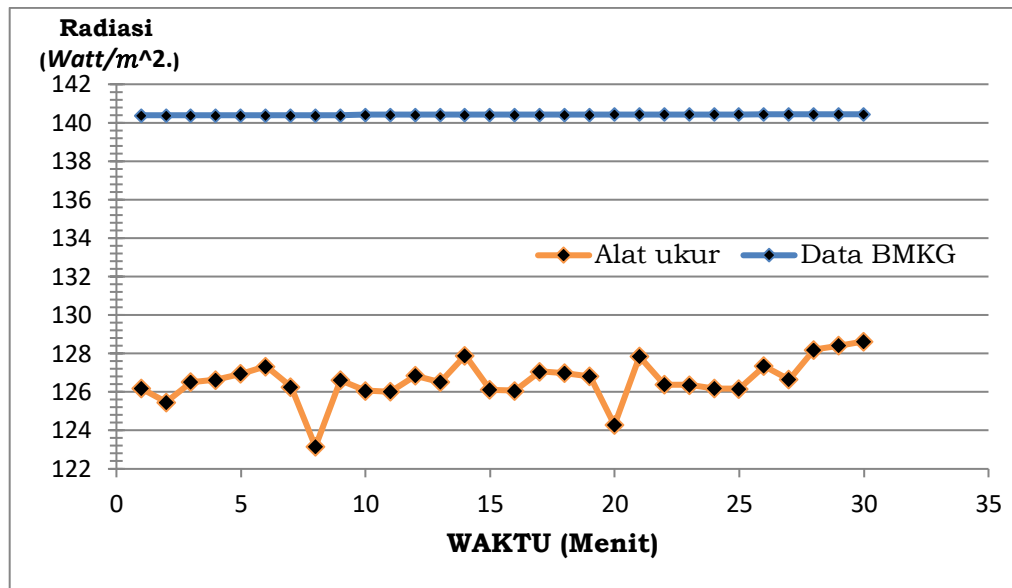
Desain alat ukur lebih difokuskan pada akurasi dan presisi sistem untuk mengetahui data yang tersimpan pada alat ukur, maka dilakukan pengukuran dan menyimpan data hasil pengukuran. Pengukuran dilakukan sebanyak 30 data sebagai berikut:

Tabel 6. Data hasil pengukuran dan *Phyranometer*(BMKG)

Nilai radiasi alat ukur(Watt/M^2)	Nilai radiasi alat <i>Phyranometer</i> (Watt/M^2)
126.18	140.39
125.47	140.39
126.51	140.39
126.63	140.39

126.95	140.39
127.30	140.39
126.27	140.39
123.15	140.39
126.61	140.39
126.07	140.41
126.02	140.41
126.85	140.41
126.51	140.41
127.00	140.41
126.11	140.41
126.07	140.41
127.06	140.42
126.98	140.42
126.82	140.42
124.28	140.43
127.85	140.43
126.38	140.43
126.30	140.43
126.18	140.43
126.16	140.43
127.35	140.44
126.65	140.44
128.19	140.44
128.40	140.44
128.63	140.44

Data juga terbaca dengan nilai terendah. Pada siang hari pukul 12.03, data juga terbaca dengan nilai terendah dengan intensitas matahari 126.7 $Watt/m^2$. Akurasi alat ukur adalah membandingkan hasil alat ukur yang dirancang dengan alat ukur konvensional. Melalui perhitungan tersebut dapat dihitung persentase kesalahan, ketelitian relatif, dan persentase ketelitian. Pengambilan data alat ukur dilakukan bersama dengan alat ukur standar Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika, yaitu *Automatic Solar Radiation Station (ASRS)*. Tabel akurasi pengukuran intensitas radiasi matahari pada alat ukur dibandingkan dengan data ASRS. Berdasarkan analisis data pengukuran pada tanggal 05 november 2023 pukul 12.01 WIB, hasil pengukuran alat ukur dibandingkan dengan ASRS didapatkan grafik perbandingan alat seperti gambar di bawah ini. pada Gambar 24



Gambar 27. Grafik perbandingan data pengukuran dengan *Phyranometer*(BMKG)

Data hasil pengukuran intensitas radiasi matahari dapat dilihat bahwa data radiasi matahari dan *pyranometer* standar menunjukkan adanya kenaikan nilai radiasi matahari dan memiliki rata-rata akurasi pengambilan data dibulatkan pada nilai 90%. Selama sensor alat ukur terpapar matahari maka, alat tersebut akan membaca data, jika alat tersebut tidak terpapar matahari maka data yang terbaca adalah 0 hingga 0,090 Watt/m^2 . Radiasi matahari tertinggi dengan radiasi sebesar 128,43 Watt/m^2 .

pada menit-menit tertentu terjadi penyimpangan hasil alat ukur dibandingkan dengan alat ASRS yang ada di *tool park* BMKG. Hal ini disebabkan karena terjadinya shading, shading adalah sensor yang tertutupi oleh bayangan objek, dan rata-rata durasi terjadinya shading adalah 4 s/d 21 menit. Namun, radiasi matahari dengan alat ukur dengan alat standar tidak terlalu jauh. Pada saat pengukuran, kondisi cuaca terlihat cerah tanpa awan. Terjadi penurunan data intensitas radiasi matahari yang disebabkan oleh ketebalan dan jumlah pergerakan matahari.

Pada data maksimum, penyimpangan terhadap hasil alat ukur juga dapat terjadi yang hanya memiliki batas pembacaan tertinggi, yaitu sebesar 18.920 lux atau sebesar 128,43 Watt/m^2 . Namun demikian, intensitas radiasi matahari dengan alat ukur dengan alat standar tidak terlalu jauh. Pada saat pengukuran, kondisi cuaca tetap cerah sehingga tidak terjadi penurunan intensitas radiasi matahari pada siang hari.

Adapun radiasi matahari yang diukur pada tanggal grafik tersebut ditampilkan dengan pengambilan sampel pengukuran setiap 1 menit. Ketika terdapat radiasi matahari dalam jumlah besar, sensor tidak dapat mengukur kondisi ini karena kemampuan pengukurannya yang terbatas (650 Watt/m^2). Untuk mengetahui keakuratan pengukuran, dilakukan pengukuran berulang pada kondisi yang sama. Berdasarkan hasil pengukuran tersebut dapat ditentukan nilai rata-rata dan persentase keakuratannya. Ketelitian pengukuran intensitas radiasi matahari pada alat ukur diperoleh dengan cara mengukur intensitas radiasi matahari pada kondisi suhu yang sama. Pengukuran dilakukan sebanyak 30 kali dengan alat ukur yang terbaca konstan dan data pengukuran yang akan disimpan pada data logger sedangkan pada alat *Pyranometer ASRS BMKG*, data tersimpan otomatis untuk dapat diketahui.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengukuran, pengujian, dan analisa radiasi matahari menggunakan sensor BH1750 berbasis Arduino uno dan data logger, maka dapat diambil beberapa kesimpulan. Pertama:

1. Perancangan dilakukan dengan mengikuti skema rancang menurut literatur mulai dari menghubungkan komponen dasar seperti sensor BH1750, arduino, hingga data logger dan komponen pelengkap lain.
2. Pengukuran dimulai pada penyesuaian lingkungan sekitar alat, alat diaktifkan supaya bagian sensitif sensor otomatis menangkap intensitas cahaya matahari, lalu pengubahan nilai diproses didalam *mikrokontroller* untuk selanjutnya data dikirim ke dalam sistem *data logger*.
3. Ketepatan pengukuran radiasi matahari dengan alat ukur sebesar 90%, dan rata-rata ketepatan pengukuran radiasi matahari sebesar 87,78%. Sedangkan selisih *error* pengukuran alat sebesar 9,83 %.

5.2. Saran

Perlunya penelitian serta pengembangan lebih lanjut mengenai pengembangan alat ukur kedepannya dan masih terdapat *error* dalam pembacaan sensor.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung,Y. R , Ibrahim, L , dan Rahmat H. 2023.”*Analisa Daya Output Panel Surya Monokristalin 240 Wp Pada Mesin Pengupas Kulit Singkong (Cut-All-Skin Cassava)*“. Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan, vol(9), hal:6-19.
- Ainie Khuriati. 2022.” *Sistem Pemantau Intensitas Cahaya Ambien Dengan Sensor Bh1750 Berbasis Mikrokontroler Arduino Nano*”. Berkala Fisika .Vol. 25, No(13), Hal: 105-110.
- Amanda K. P, dkk. 2017. *Kalibrasi Sensor Bh1750 Untuk Mengukur Radiasi Matahari Di Pekanbaru*. Seminar Nasional Aplikasi Sains dan Teknologi (SeMNASTeK). Universitas Abdurrah.
- Apip. P, dan I.R. Mardiyanto. 2020. *Desain dan Implementasi Data Logger untuk Pengukuran Daya Keluaran Panel Surya dan Iradiasi Matahari* . Jurnal Teknik Energi Elektrik, Vol. 8(2): 240 – 242.
- Aris.K, Hanif.C.R, Achmad.S, Arief.H.S. 2022. *Rancang Bangun Solar Power Meter Berbasis Arduino Uno dengan Data Logger untuk Pengukuran Insolasi dan Iradiasi Sinar Matahari*. AVITEC. Vol. (4):No. 1
- Bandiyah. S.A, M.R. Zulfahmi, dan A. Rizal. Investigasi Efek *Partial Shading* Terhadap Daya Keluaran Sel Surya. Jurnal ELEMENTER. Vol, 5(2): 11-12.
- Budiyanto. S. 2012. *Sistem Logger Suhu Dengan Menggunakan Komunikasi Gelombang Radio*. Jurnal Teknologi Elektro, Universitas Mercu Buana. Vol.3(1): 21.
- D. Afriyani, S. Prasetya, dan R. Filzi, 2019. “*Analisis Pengaruh Posisi Panel Surya terhadap Daya yang dihasilkan di PT Lentera Bumi Nusantara,*” Seminar NasTek. Mesin, hal : 176–183.
- F. G. Hidalgo, dkk, 2020. “*Design of a Low-Cost Sensor for Solar Irradiance,*” pp. 1–8.
- Faraha. P, M. Rivai, dan P. Budiman. 2016. *Aplikasi Non-Dispersif Infrared Sensor Untuk Mengukur Konsentrasi Alkohol*. JURNAL TEKNIK ITS Vol. 5(1): 1-5.

- Faslucky. A, F.S. Hananto. 2012. *Optimalisasi Tegangan Keluaran Dari Sollar Cell Menggunakan Lensa Pemfokus Cahaya Matahari*. *Jurnal Neutrino*. Vol, 4(2):164-166.
- Hasyim A, dan Jatmiko, 2021 “*Intensitas Cahaya Matahari Terhadap Daya Keluaran Panel Sel Surya,*” *Intensitas Cahaya Matahari Terhadap Daya Keluar. Panel Sel Surya*, pp. 52–57, 2012.
- Hasyim. A, Jatmiko, dan Angga. *Intensitas Cahaya Matahari Terhadap Daya Keluaran Panel Sel Surya*. *Simposium Nasional*.
- Hendra. R, I.K Bachtiar, dan D Nusyirwan. 2020. *Pengujian Fotodiode Sebagai Sensor Radiasi Matahari*. VOL, 1(1):16-20.
- Heri. S. 2016. *Kajian Potensi Energi Surya si Provinsi Nusa Tenggara Barat(NTB)*. *Jurnal Ilmiah Energi dan Kelistrikan*. Vol, 8(2): 114-116.
- Ibnu. K.B. 2016. *Perangkat Portabel Pengukuran Radiasi Matahari dan Kecepatan Angin untuk Daerah Kepulauan*. SENIATI.
- Jihand. A.S, dan D. Prabowo. 2016. *Perancangan Peralatan Untuk Pengukuran Radiasi Gelombang Pendek Matahari*. *Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika*. Vol. 3(3):52-55.
- Kho. H.K. 2013. *Pengaruh Temperatur Terhadap Kapasitas Daya Panel Surya(Studi Kasus: Pontianak)*. *Jurnal ELKHA*. Vol, 5(2):22-24.
- Listya. D.R, Seni H. J. Tongkukuta, S.S. Raharjo. *Analisis Intensitas Radiasi Matahari di Manado dan Maros*. *JURNAL MIPA UNSRAT*, Vol, 3(1): 49-52.
- M. I. Maulana, V. Naubnome, dan J. Sumarjo, 2022. “*Pengaruh iradiasi dan temperatur terhadap efisiensi daya keluaran pada pemodelan photovoltaic canadian solar 270 wp,*” *Jurnal Polimesin*, vol(19), no: 2, hal: 176–181.
- Muchamad. P, Hafiddudin, dan Y. S Rohmah. 2015. *Perancangan dan Realisasi Alat Pengukur Intensitas Cahaya*. *Jurnal ELKOMIKA*. Teknik Elektro Itenas No. 2. Vol. 3
- Muhammad. J, Sherwin R.U.A. Sompie, dan I.S. Patras. 2019. *Rancang Bangun Alat Pemantau Arus Dan Tegangan Di Sistem Panel Surya*

- Berbasis Arduino Uno. Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*. Vol, 8(1):9-13.
- Pamungkas, dan Hafiddudin, 2020, “Perancangan dan Realisasi Alat Pengukur Intensitas Cahaya,” *ELKOMIKA Itenas*, vol. 3, no. 2, pp. 121–122, 2015.
- Pangestuningtyas. D.L, Hermawan, dan Karnoto. 2013. *Analisis Pengaruh Sudut Kemiringan Panel Surya Terhadap Radiasi Matahari Yang Diterima Oleh Panel Surya Tipe Larik Tetap*. *TRANSIENT*, VOL, 2(4):1-3.
- Partaonan Harahap. 2019. *Implementasi Karakteristik Arus Dan Tegangan Plts Terhadap Peralatan Trainer Energi Baru Terbarukan*. *SEMNASTEK* : 1-4.
- Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta (2022), 833-840.
- Ridwan, M. Sutanto, Agus T. 2014, *Studi Awal Perancangan dan Pembuatan Alat Pengukur Durasi Penyinaran Matahari*. *Jurnal Dinamika*, edisi VII-Vol.1
- Rismanto A.N, M. Facta, dan Yuningtyastuti. 2014. *Memaksimalkan Daya Keluaran Sel Surya Dengan Menggunakan Cermin Pemantul Sinar Matahari(Reflector)*. *TRANSIENT*, VOL. 3(3): 1-5.
- Saipul. H. 2014. *Mengenal Lama Penyinaran Matahari Sebagai Salah Satu Parameter Klimatologi*. Vol. 15(1) :7-16
- Subekti. Y, G. Sarya, dan R.R Hastijanti. 2015. *Pengaruh Perubahan Intensitas Matahari Terhadap Daya Keluaran Panel Surya*. *Jurnal Pengabdian LPPM Untag Surabaya*. Vol, 1(02): hal 193 – 195.
- Wilisela. G.M. 2020, *Studi Literatur Sistem Monitoring Daya Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. *Jurnal Teknik Elektro*. Vol, 9(3): 685-687.
- Yesi, S, dan Chinthya, M. S.(2021). *Pengukuran Dan Analisa Data Radiasi Matahari Di Stasiun Klimatologi Muaro Jambi*. *Megasains*, Vol. 12, No. 1, 40-47.
- Yusuf. D.H, Margana, Safarudin. 2020. *Model Alat Ukur Kecepatan Angin, Arah Angin, Dan Intensitas Radiasi Matahari*. *Jurnal Teknik Energi*. Vol.16(2): 80-91

Lampiran

Lampiran 1. Alat *Automatic Solar Radiation Station (ASRS)* BMKG Sungai duren



Lampiran 2. Tampilan data radiasi dan lux terukur oleh alat perancangan



HT

Handson Technology

Data Specs

BH1750 Ambient Light Sensor Module

BH1750 Module is an digital Ambient Light Sensor IC for I2C bus interface. This module is the most suitable to obtain the ambient light data for adjusting LCD and Keypad backlight power of Mobile phone. It is possible to detect wide range at High resolution of 1~ 65535 lux.



SKU: 88R1054

Brife Data:

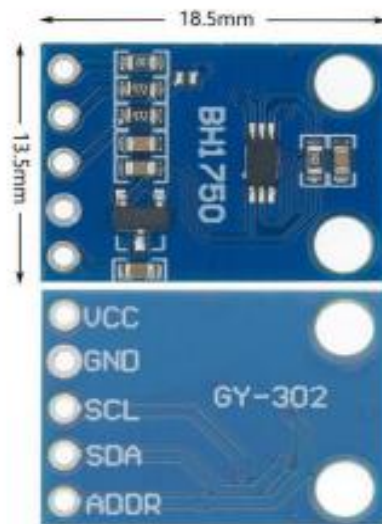
- Module Type: GY-302.
- Sensor IC: BH1750FVI ROHM.
- Power Supply: 5Vdc.
- Data range: 0-65535
- Data Type: 16bit Serial.
- Direct digital output, bypassing the complicated calculation, omit calibration
- Close to the visual sensitivity of spectral characteristics
- For a wide range of brightness for 1 lux high precision measurement
- Size: 13.9 mm X 18.5 mm.

1

www.handsontec.com

Mechanical Dimension:

Unit: mm



Functional Diagram:



- VIN - Power Supply 5Vdc.
- GND – Power Supply Ground .
- SCL - I2C clock pin, connect to your microcontroller I2C clock line.
- SDA - I2C data pin, connect to your microcontroller I2C data line.
- ADDR/AD0 Jumper - I2C Address pin. Pulling this pin high or bridging the solder jumper on the back will change the I2C address from 0x23 to 0x5C.



Handsontec.com

We have the parts for your ideas

HandsOn Technology provides a multimedia and interactive platform for everyone interested in electronics. From beginner to diehard, from student to lecturer. Information, education, inspiration and entertainment. Analog and digital, practical and theoretical; software and hardware.



open source
hardware

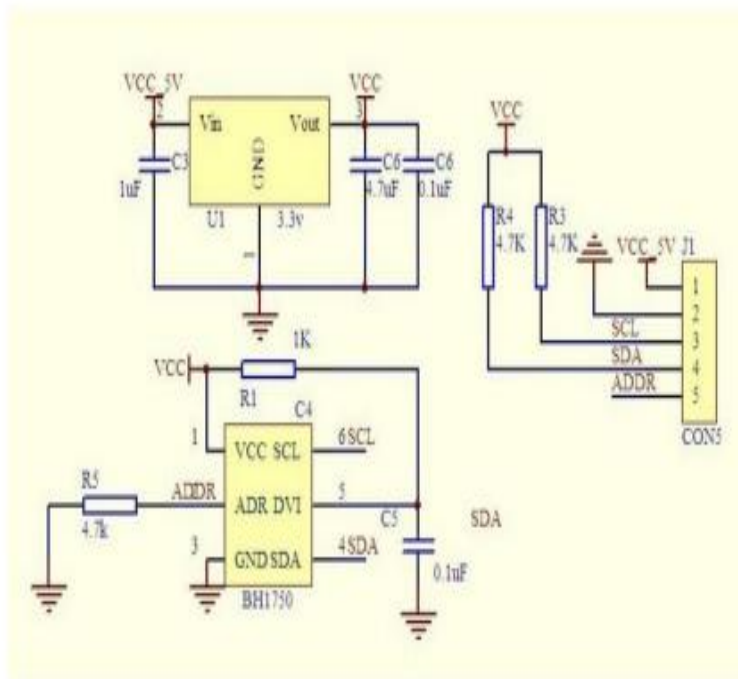
HandsOn Technology support Open Source Hardware (OSHW)
Development Platform.

Learn : Design : Share

[**handsontec.com**](http://handsontec.com)



Schematic Diagram:



Web Resources:

- [BH1750 Sensor Arduino Library](#)

The Face behind our product quality...

In a world of constant change and continuous technological development, a new or replacement product is never far away – and they all need to be tested.

Many vendors simply import and sell without checks and this cannot be the ultimate interests of anyone, particularly the customer. Every part sell on Handsotec is fully tested. So when buying from Handsotec products range, you can be confident you're getting outstanding quality and value.

We keep adding the new parts so that you can get rolling on your next project.



www.handsontec.com

[Breakout Boards & Modules](#)



[Connectors](#)



www.handsontec.com

[Electro-Mechanical Parts](#)



www.handsontec.com

[Engineering Material](#)



www.handsontec.com

[Mechanical Hardware](#)



[Electronics Components](#)



www.handsontec.com

[Power Supply](#)



[Arduino Board & Shield](#)

[Tools & Accessory](#)



www.handsontec.com

[Tools & Accessory](#)

Menampilkan hasil untuk HARGA **PYRANOMETER** RESMI
Atau telusuri HARGA **PHYRANOMETER** RESMI

Tokopedia
<https://www.tokopedia.com/find/pyranometer>

Jual Pyranometer Murah - Harga Terbaru Desember 2023



Daftar Harga Pyranometer Terbaru Desember 2023. Harga Sentec Sem228 Solar Light Radiation Meter RS485 Silicone Pyranometer. Rp8.500.000 Harga Pyranometer.
★★★★★ Skor: 5 · 18 ulasan

Bilibili.com
<https://www.bilibili.com/Jual>

Jual Pyranometer Original Murah - Harga Diskon ...

Beli Pyranometer Terlengkap, Terbaru, Murah, & Promo - Pyranometer Terbaru Garansi Resmi
Indonesia ✓ Gratis Ongkir ✓ 2 Jam Sampai ✓ Cicilan 0%.

