





## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

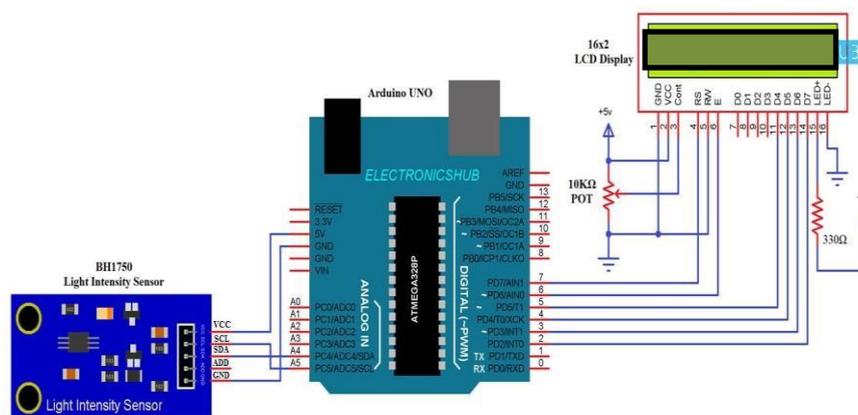
Secara umum pada bab ini terdiri atas pengujian alat ukur radiasi cahaya matahari serta pengambilan data berupa koefisien absorpsi pada radiasi terukur. Kemudian hasil yang didapat akan dianalisa menjadi sebuah pembahasan. Pengujian dilakukan sistem yang telah dirancang dengan baik seperti sistem alat 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

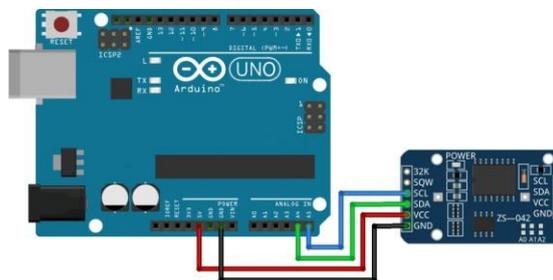
Pertama, sambungkan *VCC* dan *GND* Sensor Cahaya BH1750 ke +5V dan *GND* Arduino. Kemudian sambungkan pin *SCL* dan *SDA* sensor ke pin yang sesuai pada Arduino (A5 dan A4). Pin *ADD* dapat dihubungkan ke *GND*. Hal ini membuat Pin *ADD* rendah dan Alamat Slave I2C Sensor Cahaya Sekitar BH1750. Datang 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

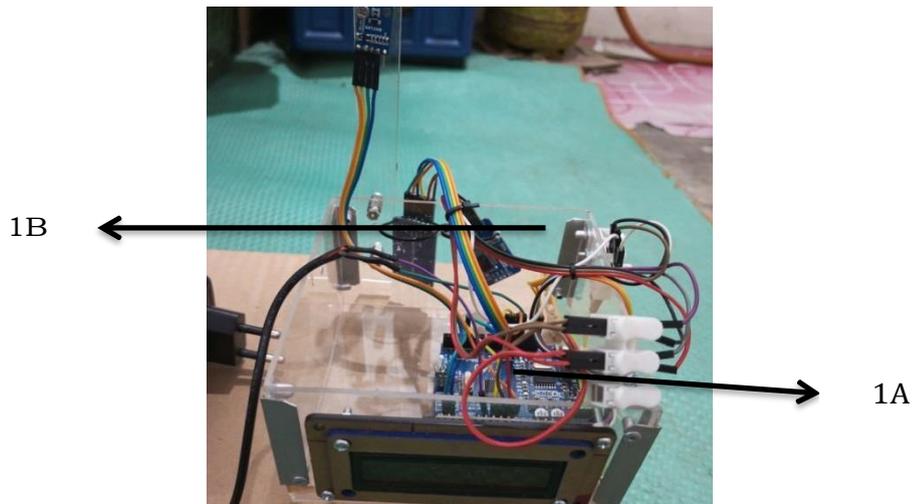
GND	: GND
5V	: vcc
12	: MISO
11	: MOSI
13	: SCK
4	: CS

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 dibelakang
  koma untuk presisi
  Serial.println(" W/m^2");

  delay(1000);

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

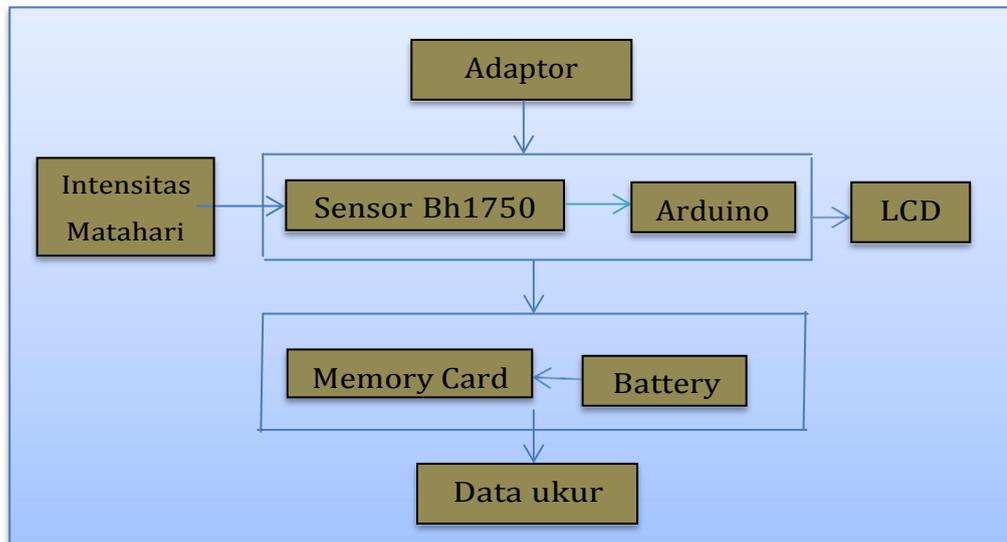
```

**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

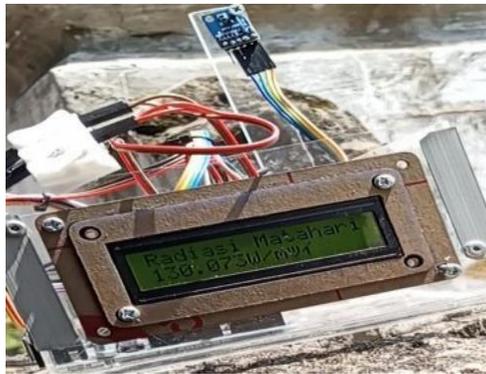
berfungsi dengan baik atau tanpa hambatan teknis. Pengujian pada

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.

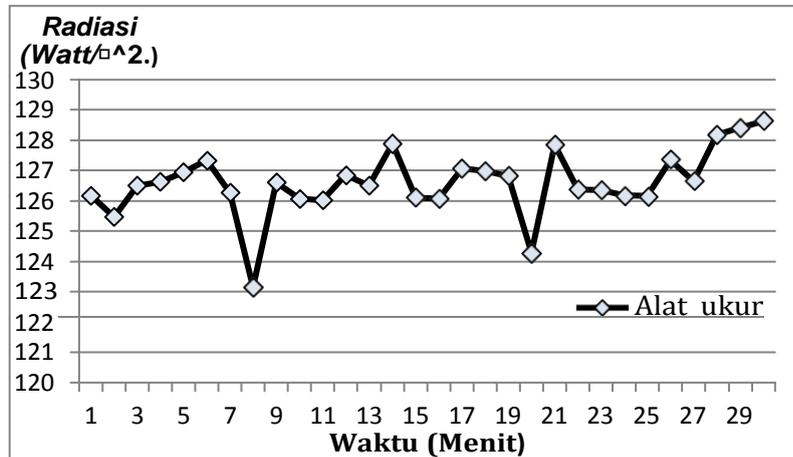
**Tabel 3.** Data hasil pengukuran alat yang tersimpan pada data logger

NO	Waktu (Jam)	Nilai Radiasi alat ukur (Watt/m <sup>2</sup> )	Luas (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	15.97 0
27	12.25	127. 35	16.12 0
28	12.26	126. 65	16.03 1
29	12.27	128. 19	16.22 6
30	12.28	128. 40	16.25 3

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<sup>2</sup> 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 fotodiode 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 ASCII 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*

N o	radiasi alat ukur (Watt/M <sup>2</sup> )	<i>Phyranom eter</i> (Watt/M <sup>2</sup> )	Erro r (%)	Akur asi (%)
1	126.18	140.39	10, 13	89,87
2	125.47	140.39	10, 63	89,37
3	126.51	140.39	9,8 9	90,11
4	126.63	140.39	9,8 1	90,19
5	126.95	140.39	9,5 8	90,42
6	127.30	140.39	9,3 3	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	9,8 2	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	9,6 6	90,34
13	126.51	140.41	9,9 0	90,10
14	127.00	140.41	9,5 6	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	9,5 2	90,48
18	126.98	140.42	9,5 8	90,42
19	126.82	140.42	9,6 9	90,31
20	124.28	140.43	11, 51	88,49
21	127.85	140.43	8,9 6	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,	89,85

4			15	
2	126.16	140.43	10,	89,83
5			17	
2	127.35	140.44	9,3	90,67
6			3	
2	126.65	140.44	9,8	90,18
7			2	
2	128.19	140.44	8,7	91,27
8			3	
2	128.40	140.44	7,5	92,42
9			8	
3	128.63	140.44	8,4	91,53
0			7	
	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 <sup>2</sup> )	Nilai radiasi alat <i>Phyranometer</i> (Watt/M <sup>2</sup> )
126.18	140.39
125.47	140.39
126.51	140.39

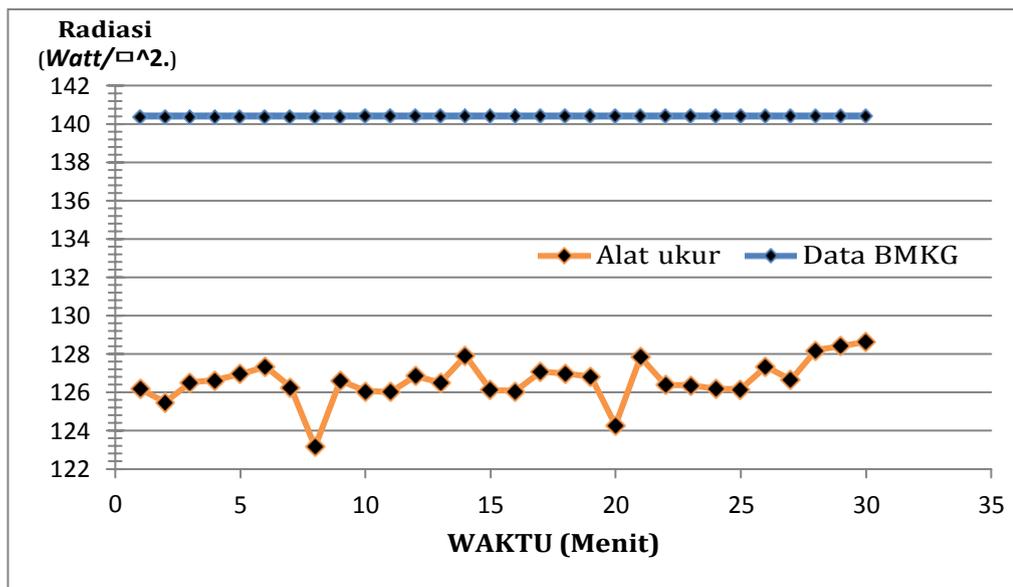
126.63

|

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  $126.7 \text{ Watt/m}^2$ . 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 *Pyranometer*(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 ( $650 \text{ Watt/m}^2$ ). 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

















