

**RANCANG BANGUN ALAT UKUR DAN INDIKATOR INFORMASI
INTENSITAS CAHAYA DAN SUHU RUANGAN**

TUGAS AKHIR

Untuk Memenuhi Persyaratan Mencapai Pendidikan

Diploma III (DIII)



Disusun Oleh :

MARCHSYAH IBRAHIM BHAIHOWI

40040518060052

PROGRAM STUDI DIII INSTRUMENTASI DAN ELEKTRONIKA

DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI

SEKOLAH VOKASI

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

2021

**HALAMAN PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**RANCANG BANGUN ALAT UKUR DAN INDIKATOR INFORMASI
INTENSITAS CAHAYA DAN SUHU RUANGAN**

Disusun Oleh :

**MARCHSYAH IBRAHIM BHAIHOWI
NIM. 40040518060052**

**Telah diujikan dan dinyatakan lulus oleh Tim Penguji
Pada tanggal 26 November 2021
Dosen Pembimbing I**



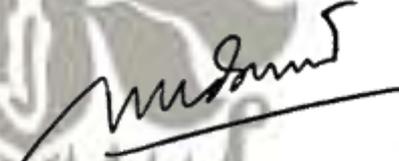
**Evi Setiawati, S.Si., M.Si
NIP.19711001199722001**

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II



**Dr. Dra. Sumariyah, M.Si
NIP. 196103101988032001**



**Drs. Muhammad Irham Nurwidyanto, M.T.
NIP. 196501211992031003**

**Tugas Akhir ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk
memperoleh gelar Ahli Madya (A.Md)**

Semarang, 26 November 2021



**Dr. Priyono, M.Si
NIP. 196703111993031005**

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Tugas Akhir : RANCANG BANGUN ALAT UKUR DAN
INDIKATOR INFORMASI INTENSITAS
CAHAYA DAN SUHU RUANGAN

Nama : Marchsyah Ibrahim Bhaidhowi

NIM : 40040518060052

Tugas Akhir ini telah selesai dan layak untuk mengikuti ujian Tugas Akhir di Program Studi DIII Instrumentasi dan Elektronika, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro.

Semarang, 10 November 2021

**Menyetujui,
Dosen Pembimbing**



Evi Setiawati, M.Si
NIP. 197110011997022001

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Subhanahuwata'ala, yang senantiasa memberikan nikmat dan karunia pada makhluk-Nya serta memberi bimbingan, petunjuk, pertolongan dan kesehatan kepada penulis, sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul “Rancang Bangun Alat Ukur dan Indikator Informasi Intensitas Cahaya dan Suhu Ruangan” dan diajukan guna memenuhi persyaratan mencapai derajat pendidikan tingkat Diploma III pada Program Studi DIII Instrumentasi dan Elektronika Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro, Semarang.

Dalam penulisan Tugas Akhir ini tentunya tidak akan berjalan dengan lancar tanpa adanya dukungan serta bimbingan dari berbagai pihak baik pada waktu pengamatan ataupun pada saat penulisan. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Evi Setiawati, M.Si selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
2. Bapak Dr. Priyono, M.Si selaku ketua program studi D III Instrumentasi dan Elektronika.
3. Bapak K. Sofjan Firdausi, M.Sc selaku koordinator Tugas Akhir Program Studi DIII Instrumentasi dan elektronika.
4. Dosen dan Sivitas Akademika Program Studi D III Instrumentasi dan Elektronika yang telah terlibat dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
5. Bapak, Ibu, Adik, dan segenap keluarga tercinta yang telah memberikan doa, dukungan, dan semangat.
6. Sahabat saya Dika Khoirunnisaa Setiadji, Ade Rizkon Gunawan, dan Mulyadi Maulana yang telah menjadi tempat bercerita dan berkeluh kesah terbaik.
7. Teman teman D3 Instrumentasi & Elektronika angkatan 2018 yang telah memberikan semangat dan dukungan.
8. Seluruh pihak yang membantu selama proses penyusunan Tugas Akhir.

Dalam proses penyusunan hingga terwujudnya tugas akhir ini, penulis banyak memperoleh dukungan, motivasi, perhatian, dan juga masukan. Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna dikarenakan keterbatasan ilmu, pengalaman dan kemampuan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun dari pembaca akan menjadi masukan yang sangat berharga bagi Penulis. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Semarang, November 2021

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Marchsyah Ibrahim Bhaidhowi', with a long horizontal stroke extending to the right.

Marchsyah Ibrahim Bhaidhowi
NIM. 40040518060052

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
INTISARI.....	ix
ABSTRACT.....	x
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II.....	4
DASAR TEORI	4
2.1 Standar Intensitas Cahaya dan Suhu.....	4
2.2 Sensor Cahaya BH1750.....	6
2.3 Sensor Suhu DHT 22.....	7
2.4 Mikrokontroler Arduino UNO	8
2.5 LCD 20x4 (<i>Liquid Crystal Display</i>).....	10
2.6 I2C (<i>Inter Integrated Circuit</i>).....	13
2.7 LED (<i>Light Emitting Diode</i>).....	14
2.8 Arduino IDE	15
BAB III	18
PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI.....	18
3.1 Alur Penelitian.....	18
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	19
3.3 Kondisi Tempat Pelaksanaan Penelitian	19

3.4	Alat dan Bahan	19
3.5	Diagram Blok Sistem	21
3.6	Diagram Alir (<i>Flowchart</i>)	22
3.7	Perancangan Sistem.....	24
3.8	Realisasi Alat.....	26
BAB IV		27
PENGUJIAN DAN ANALISIS		27
4.1	Pengujian Sensor Cahaya BH 1750.....	27
4.2	Pengujian Sensor Suhu DHT 22.....	31
4.3	Pengujian LCD 20x4 terhadap sensor BH1750 dan DHT 22	33
4.4	Pengujian Indikator LED terhadap sensor BH1750 dan DHT 22	34
4.5	Pengujian Keseluruhan Sistem	34
BAB V.....		36
PENUTUP.....		36
5.1	Kesimpulan.....	36
5.2	Saran	36
DAFTAR PUSTAKA		37
LAMPIRAN.....		39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bentuk Fisik Sensor Cahaya BH1750 dan lokasi sensor Fotodiode	6
Gambar 2.2. Sensor Suhu DHT 22	8
Gambar 2.3 Mikrokontroler Arduino UNO	9
Gambar 2.4. Konfigurasi <i>Pin Out</i> LCD 20x4.....	11
Gambar 2.5. Bentuk Fisik <i>Display</i> LCD 20x4.....	13
Gambar 2.6. Bentuk Fisik I2C (<i>Inter Integrated Circuit</i>).....	14
Gambar 2.7 Lampu LED	15
Gambar 2.8. Tampilan Arduino IDE	16
Gambar 3.1 Alur Penelitian	18
Gambar 3.2. Diagram Blok Sistem.....	21
Gambar 3.3 Diagram Alir (<i>Flowchart</i>).....	23
Gambar 3.4 Diagram <i>Wiring</i> Rangkaian Komponen.....	24
Gambar 3.5 Realisasi Alat	26
Gambar 4.1 Grafik Pengujian Sensor Cahaya BH1750.....	30
Gambar 4.2 Grafik Pengujian DHT 22.....	32
Gambar 4.3 Pengujian LCD terhadap Sensor BH1750 dan DHT 22	33

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Standar Intensitas Cahaya.....	4
Tabel 2.2. Standar Suhu Ruang	5
Tabel 2.3 Spesifikasi Sensor Cahaya BH1750	7
Tabel 2.4. Spesifikasi Sensor Suhu DHT 22	8
Tabel 2.5. Spesifikasi Mikrokontroler Arduino UNO	9
Tabel 2.6. Keterangan konfigurasi PIN LCD 20x4	11
Tabel 3.1 Alat, Bahan, dan Fungsi.....	20
Tabel 3.2 Penjelasan Output Informasi dan Indikator	25
Tabel 4.1 Hasil Pengujian BH1750	28
Tabel 4.2 Hasil Pengujian DHT 22.....	31
Tabel 4.3 Hasil Pengujian LCD terhadap sensor BH1750 dan DHT 22	33
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Indikator LED terhadap sensor BH1750 dan DHT 22	34
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem.....	35

INTISARI

Intensitas Cahaya dan Suhu merupakan sebagian dari tujuh besaran pokok. Pada saat melakukan pengukuran dibutuhkan standar pengukuran untuk mempertanggungjawabkan ketepatan hasil pengukuran. Intensitas Cahaya dan Suhu memiliki batasan yang dapat diterima dan mempengaruhi aktifitas manusia. Pengaruh yang ditimbulkan oleh Nilai Intensitas Cahaya dan Suhu salah satunya adalah pengaruh terhadap kesehatan dan aktifitas saat bekerja. Penelitian ini dilakukan dengan metode studi kasus dan praktik langsung yang berarti penelitian ini berlangsung berdasarkan analisis kondisi permasalahan yang mendasari proses penelitian ini. Praktik dalam penelitian ini dilakukan dengan membuat sebuah alat ukur untuk mengukur dan mengindikasikan Intensitas Cahaya dan Suhu. Penelitian ini bertujuan untuk menciptakan alat ukur Intensitas Cahaya dan Suhu, alat indikasi kondisi Intensitas Cahaya dan Suhu, Membuat program untuk memerintahkan Sensor Cahaya dan Sensor Suhu, serta Menyampaikan nilai terukur secara *realtime*. Penelitian ini dilakukan dengan bahan yaitu Sensor Cahaya BH1750, Sensor Suhu DHT 22, Mikrokontroler Arduino UNO, LCD 20x4, dan Lampu LED. Penelitian ini menghasilkan alat ukur Intensitas Cahaya dan Suhu yang dapat mengindikasikan kondisi standar lingkungan terhadap besaran tersebut. Penelitian ini bekerja dengan cara sensor cahaya dan sensor suhu mendeteksi nilai cahaya dan suhu, kemudian hasilnya akan berupa data yang diproses melalui mikrokontroler Arduino UNO yang telah diberikan perintah untuk memproses keluaran data berdasarkan standar yang telah ditetapkan. Kemudian, setelah data berhasil diproses akan memunculkan indikator kondisi berupa lampu LED dan Informasi kondisi dalam tulisan pada LCD. Penelitian ini telah berjalan dengan baik berdasarkan analisis hasil error pada sensor cahaya (3%) dan sensor suhu (1%).

Kata Kunci : Intensitas Cahaya, Suhu, *BH1750*, *DHT 22*, Mikrokontroler Arduino UNO, LED, LCD.

ABSTRACT

Light Intensity and Temperature are some of the seven basic quantities. At the time of making measurements required measurement standards to account for the accuracy of the measurement results. The intensity of light and temperature has an acceptable limit and affects human activities. One of the effects caused by the value of light intensity and temperature is the effect on health and activities at work. This research was conducted using a case study method and direct practice, which means that this research takes place based on an analysis of the problem conditions that underlie this research process. The practice in this research is done by making a measuring instrument to measure and indicate the intensity of light and temperature. This study aims to create a measuring instrument for light intensity and temperature, a tool for indicating the condition of light intensity and temperature, creating a program to order the light sensor and temperature sensor, and delivering the measured value in real time. This research was conducted with materials, namely BH1750, Temperature Sensor DHT 22, Arduino UNO Microcontroller, 20x4 LCD, and LED lights. This research produces light intensity and temperature measuring instruments that can indicate environmental standard conditions for these quantities. This research works by means of light sensors and temperature sensors detecting light and temperature values, then the results will be in the form of data that is processed through the Arduino UNO microcontroller which has been given an order to process data output based on predetermined standards. Then, after the data is successfully processed, it will display a condition indicator in the form of an LED light and condition information in writing on the LCD. This research has been running well based on the analysis of the error results on the light sensor (3%) and the temperature sensor (1%).

Keywords : Light Intensity, Temperature, BH1750, DHT 22, Arduino UNO Microcontroller, LED, LCD.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Intensitas Cahaya dan Suhu merupakan besaran yang perlu dipantau dan diukur peningkatan dan penurunan nilainya dalam beberapa satuan waktu. Mengingat, intensitas cahaya dan suhu juga menjadi sebagian dari tujuh besaran pokok yang dapat berpengaruh dalam kehidupan sehari-hari sehingga memerlukan pengukuran untuk memastikan nilai besaran dengan tepat. Berbagai tempat tentunya dapat memiliki intensitas cahaya dan suhu yang berbeda-beda, akibat perbedaan tersebut maka di setiap tempat memerlukan alat ukur untuk memastikan intensitas cahaya dan suhu untuk menunjang aktifitas yang dilakukan di sebuah tempat.

Dalam melakukan pengukuran, diperlukan suatu standar pengukuran untuk mempertanggungjawabkan hasilnya. Standar yang diterapkan dalam pengukuran perlu diperhatikan setiap pengukuran berlangsung. Penerapan standar telah ditekankan pada peraturan kementerian. Disebutkan dalam Pasal 2 ayat 1 Peraturan Kementerian Kesehatan no. 70 Tahun 2016 bahwa Setiap Industri wajib memenuhi standar dan menerapkan persyaratan kesehatan lingkungan kerja industri (Kemenkes, 2016). Pasal tersebut menegaskan bahwa pentingnya penerapan standar dan pengukuran untuk diperhatikan nilai besarnya.

Intensitas Cahaya yang ada memiliki batasan yang dapat diterima oleh manusia berdasarkan jenis kegiatan yang dilakukan oleh manusia. Intensitas Cahaya tidak boleh diterima berlebihan atau pun kurang oleh manusia, Apabila Intensitas Cahaya yang diterima di luar batasan minimal ataupun maksimal dapat mempengaruhi keberlangsungan aktifitas manusia hingga kondisi kesehatan manusia. Batasan Intensitas Cahaya yang dapat diterima oleh manusia telah diatur dalam Peraturan Kementerian

Kesehatan No. 70 tahun 2016. Batas Intensitas Cahaya yang aman diterima oleh manusia ditentukan berdasarkan jenis tempat, aktifitas, dan keberadaan manusia di suatu tempat. Batas Intensitas Cahaya yang diatur yaitu mulai dari 20 lux sampai dengan 500 lux. Dalam penelitian hubungan intensitas penerangan dengan kelelahan mata pada pengrajin batik yang dilakukan oleh Nina Wiyanti dan Tri Martiana (2015) membahas faktor lingkungan dapat menimbulkan kelelahan mata yaitu Intensitas Cahaya. (Wiyanti, Martiana. 2015).

Suhu udara dapat mempengaruhi aktifitas manusia. Terdapat dua pengaruh yang dapat ditimbulkan suhu udara terhadap aktifitas manusia yaitu pengaruh terhadap kenyamanan beraktifitas serta pengaruh terhadap kesehatan dalam bekerja. Pada kenyamanan beraktifitas, pengaruh suhu terhadap kenyamanan beraktifitas ini dapat dikategorikan sebagai kenyamanan termal. Kenyamanan termal ini merupakan salah satu unsur kenyamanan yang penting karena menyangkut suhu ruangan yang nyaman (Gunawan, 2017). Suhu udara saat bekerja dipengaruhi oleh iklim cuaca. Indonesia yang merupakan negara dengan iklim tropis memiliki ciri yaitu suhu dan kelembaban yang tinggi. Suhu yang panas (tinggi) merupakan beban bagi tubuh ditambah lagi apabila pekerja harus mengerjakan pekerjaan fisik yang berat, Respon Fisiologis akan nampak jelas pada pekerja dengan iklim tersebut seperti tekanan darah, dan denyut nadi (Haditia, 2012). Kondisi tersebut cukup jelas menggambarkan terkait pengaruh suhu terhadap kesehatan dalam bekerja.

Atas dasar hal tersebut, maka penelitian ini menjadi perlu untuk dilakukan mengingat pentingnya pengukuran serta pengaruh yang ditimbulkan dari Intensitas Cahaya dan Suhu terhadap aktifitas manusia. Penelitian ini juga nantinya dapat digunakan sebagai bantuan untuk menerapkan mekanisme standarisasi terhadap Intensitas Cahaya dan Suhu di suatu tempat.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian dan perancangan Tugas Akhir ini adalah :

- a. Membuat rangkaian alat ukur indikator Intensitas Cahaya dan Suhu menggunakan Sensor cahaya dan Sensor suhu yang dapat beroperasi secara *realtime*.
- b. Membuat program untuk menjalankan perintah menyampaikan nilai Intensitas Cahaya dan Suhu serta peringatan indikator apabila Intensitas Cahaya dan Suhu diluar Standar Peraturan kesehatan yang berlaku.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian dan perancangan Tugas Akhir ini, antara lain:

- a. Dapat mempermudah pengukuran dan indikasi Intensitas Cahaya dan Suhu.
- b. Dapat digunakan sebagai alat bantu analisa Intensitas Cahaya dan Suhu.
- c. Dapat menjadi pengujian kapabilitas penggunaan sensor.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Standar Intensitas Cahaya dan Suhu

Standar Intensitas Cahaya dan Suhu di suatu tempat diatur sebagaimana kebutuhan dari tempat tersebut, dalam penentuan standar digunakan berbagai parameter untuk menetapkan standar tersebut. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan No. 70 Tahun 2016, Standar Intensitas Cahaya diatur berdasarkan Jenis Area, Pekerjaan atau aktifitas. Indikator Standar Suhu atau disebut juga dengan NAB (Nilai Ambang Batas Iklim Kerja) diatur berdasarkan Indikator Alokasi Waktu Kerja, Istirahat, dan Beban Kerja. Berikut Standar Pencahayaan dan Suhu dijabarkan pada Tabel 2.1 dan Tabel 2.2.

Tabel 2.1. Standar Intensitas Cahaya

(Sumber : Permenkes No. 70 Tahun 2016)

No.	Jenis Area	LUX
1	Lorong Tanpa Pekerja	20
2	a. Pintu Masuk	100
	b. Ruang Istirahat	
	c. Area Sirkulasi & Koridor	
	d. Elevator	
	e. Lift	
	f. Ruang Penyimpanan	
3	a. Area bongkar muat	150
	b. Tangga/Eskalator	
	c. Lorong Dengan Pekerja	

4	a. Rak Penyimpanan b. Ruang tunggu c. Ruang kerja umum, d. Ruang <i>switch gear</i> e. Kantin f. <i>Pantry</i> g. Ruang ganti h. Kamar mandi i. Toilet	200
5	a. Ruangan aktivitas fisik (olah raga) b. Area penanganan Pengirimankemasan	300
6	a. Ruang P3K b. Ruangan untuk memberikan perawatan medis c. Ruang <i>switchboard</i>	500

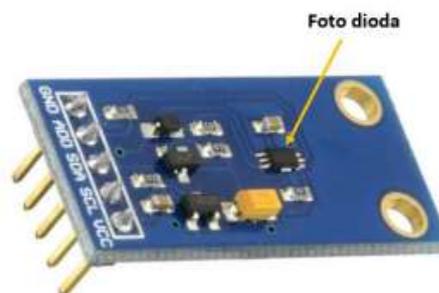
Tabel 2.2. Standar Suhu Ruang

(Sumber : Permenkes No. 70 Tahun 2016)

Prosentase Waktu Kerja dan Istirahat	Nilai Ambang Batas (°C)			
	Ringan	Sedang	Berat	Sangat Berat
75 – 100%	31,0	28,0	*	*
50 – 75%	31,0	29,0	27,5	*
25 – 50%	32,0	30,0	29,0	28,0
0 – 25%	32,5	31,5	30,0	30,0

2.2 Sensor Cahaya BH1750

Sensor cahaya terintegrasi BH1750 merupakan sensor cahaya yang di dalamnya telah terintegrasi komponen sensor foto dioda, pengkondisian sinyal penguat sensor, ADC, dan rangkaian *interface* (antarmuka) ke perangkat lain dengan protokol komunikasi I2C (*Inter integrated Circuit*) (Suryono, 2018). Penggunaan komponen sensor foto diode dalam modul ini memungkinkan modul ini untuk dapat mendeteksi keberadaan cahaya penempatan sensor fotodiode dan bentuk fisik modul sensor ini seperti yang terdapat pada Gambar 2.1. Modul sensor BH1750 ini memiliki 5 buah pin untuk yang berguna untuk penggunaan sensor untuk dioperasikan dengan mikrokontroler. Sensor ini memiliki kemampuan untuk mengukur nilai intensitas cahaya mulai dari 0 sampai dengan 65535 lux berdasarkan rentang pembacaan 16 bit yang telah di kalibrasi untuk menghasilkan output yaitu intensitas cahaya sehingga dapat digunakan langsung dengan sebuah perangkat *interface* tanpa harus mengidentifikasi pengukuran untuk mengubah data 16 bit menjadi sebuah nilai intensitas cahaya. Sensor ini dapat dioperasikan dengan tegangan input minimal 3,3 volt sampai dengan tegangan maksimal yaitu 5 volt. Untuk spesifikasi lengkap penggunaan modul sensor BH1750 dapat dilihat pada tabel 2.3.



Gambar 2.1 Bentuk Fisik Sensor Cahaya BH1750 dan lokasi sensor Fotodiode

(Sumber : Suryono, 2018)

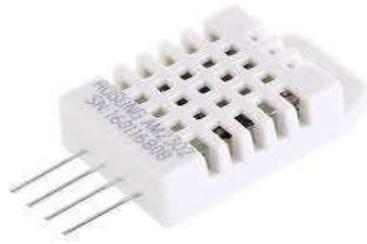
Tabel 2.3 Spesifikasi Sensor Cahaya BH1750

(Sumber : Suryono, 2018)

Nama	Nilai
Tegangan Operasi	2,4-3,6 volt
Jumlah Bit	16 Bit
Akurasi	±20 persen
Resolusi	1-65535 lux
Suhu operasional	-40 ^o -85 ^o C
Pengukuran Fluktuatif	20%

2.3 Sensor Suhu DHT 22

Sensor DHT 22 berfungsi untuk mengukur Suhu dan kelembaban sekaligus. Sensor ini merupakan pengembangan dari sensor DHT 11 yang telah ada (Emly, Patrick, 2012). Sensor DHT 22 ini menggunakan polymer kapasitor untuk mendeteksi suhu dan kelembaban. Sensor tipe ini diproduksi di China oleh Aosong Electronics. Berdasarkan keterangan dari datasheet sensor ini, sensor DHT 22 sudah terkalibrasi dari pabrikan, sehingga tidak memerlukan proses kalibrasi di saat penggunaannya. Sebagaimana yang terdapat pada Gambar 2.2 Sensor ini terdiri atas empat kaki yang masing masing berfungsi sebagai ground, sumber tegangan, dan pin data. Sensor ini dapat beroperasi pada tegangan minimum yaitu 3,3 Volt sampai dengan 6 Volt. Sensor ini dapat bekerja pada jangkauan suhu mulai dari -40^oC sampai dengan 80^oC dengan radius jangkauan 20 meter. Spesifikasi lengkap dari sensor ini dapat dibaca jelas pada Tabel 2.4.



Gambar 2.2.Sensor Suhu DHT 22
(Sumber : Emly, Patrick, 2012)

Tabel 2.4. Spesifikasi Sensor Suhu DHT 22
(Sumber : Emly, Patrick, 2012)

Nama	Nilai
Tegangan Operasi	3,3- 6 Volt
Jangkauan Operasi	-40°C-80°C
Akurasi	0,5°C
Resolusi	0,1°C
Waktu Pengukuran	Rata-rata 2 detik
Ukuran	22*28*5mm

2.4 Mikrokontroler Arduino UNO

Arduino UNO merupakan papan mikrokontroler yang berbasis ATmega 328P. Mikrokontroler Arduino UNO digunakan sebagai prosesor utama pada sistem yang digunakan untuk menerima dan mengolah data (Tamamy JA., dkk, 2016). Modul Arduino UNO adalah platform komunikasi fisik yang bersifat *open source*. Dalam penggunaannya, Arduino UNO disandingkan dengan sebuah bahasa pemrograman C yang dituliskan menggunakan software IDE (*Integrated Development Environment*).

Mikrokontroler yang digunakan dalam penelitian ini adalah Mikrokontroler Arduino Uno sebagaimana tertera pada Gambar 2.3. Arduino Uno memiliki 14 pin digital input/output (6 pin sebagai output PWM), 6 input analog, koneksi USB, *Jack* listrik, *header* ICSP, dan *reset* (Pambudi SW, 2021) Adapun kelebihan dari arduino uno yaitu ketika mengupload program cukup melalui USB yang sudah tersedia, memiliki *library* sendiri dan menggunakan IC ATmega328. Spesifikasi dari Arduino uno dapat dilihat pada Tabel 2.5.



Gambar 2.3 Mikrokontroler Arduino UNO
(Sumber : ndoware.com, 2021)

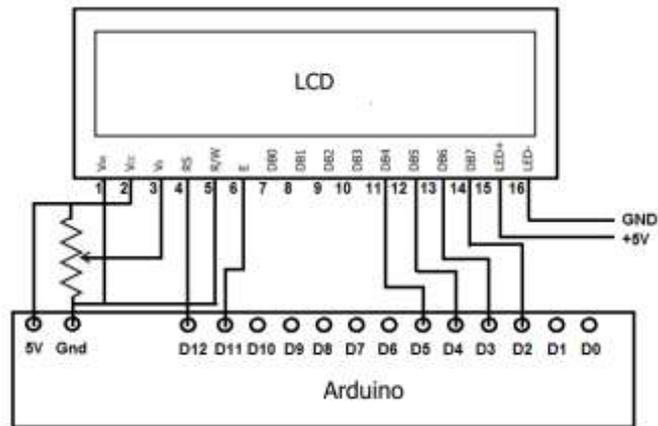
Tabel 2.5. Spesifikasi Mikrokontroler Arduino UNO
(Sumber : Pambudi SW, 2021)

Nama	Keterangan
Mikrokontroler	ATmega328
Tegangan Operasi	5 V
Tegangan Input	7-12 V
Batas Tegangan Input	14 (6 pin output PMW)
Pin Analog Input	6
Arus DC per I/O pin	40 mA

Arus DC untuk pin 3.3 V	50 mA
Flash Memory	32 KB (0.5 KB untuk <i>bootloader</i>)
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Clock	16 MHz

2.5 LCD 20x4 (*Liquid Crystal Display*)

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah sebuah *Display Dot Matrix* yang difungsikan sebagai penampil tulisan berupa huruf atau angka sesuai dengan program yang digunakan untuk mengontrolnya (M.Hafiz, Oriza, 2021). LCD berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik (Natsir M, dkk. 2019). Umumnya LCD merupakan perangkat yang digunakan untuk menampilkan data (output) sebagaimana yang di inginkan. LCD 20x4 ini memiliki fitur diantaranya yaitu dapat menampilkan tampilan angka dan huruf dalam susunan 4 baris teks dan 20 huruf pada tulisan. LCD 20x4, memiliki 192 karakter tersimpan, terdapat generator karakter tersimpan, serta dapat dioperasikan dalam 4 bit dan 8 bit. LCD 20x4 memiliki 16 PIN yang masing-masing fungsinya berbeda sebagaimana digambarkan pada Gambar 2.4



Gambar 2.4. Konfigurasi *Pin Out* LCD 20x4

(Sumber : M.Hafiz, Oriza, 2021)

Tabel 2.6. Keterangan konfigurasi PIN LCD 20x4

(Sumber : M.Hafiz, Oriza, 2021)

No	Simbol	Fungsi
1	Vss	GND (0V)
2	Vcc	Sumber Tegangan Vcc(+5V±5%)
3	Vo	Pengatur Kontras
4	RS	<i>Register Select</i>
		<ul style="list-style-type: none"> • RS = <i>HIGH</i> untuk mengirim data • RS = <i>LOW</i> untuk mengirim instruksi
5	R/W	<i>Read/Write</i>
		<ul style="list-style-type: none"> • R/W = <i>HIGH</i> untuk membaca data di LCD

6	E	<i>Enable Signal</i>
		<ul style="list-style-type: none"> • E = <i>HIGH</i> untuk akses LCD
7	DB0	<i>Data PIN</i>
8	DB1	<i>Data PIN</i>
9	DB2	<i>Data PIN</i>
10	DB3	<i>Data PIN</i>
11	DB4	<i>Data PIN</i>
12	DB5	<i>Data PIN</i>
13	DB6	<i>Data PIN</i>
14	DB7	<i>Data PIN</i>
15	NC	Tidak difungsikan
16	NC	Tidak difungsikan

LCD secara umum bekerja dengan cara membaca input yang diberikan melalui mikrokontroler dan kemudian disinkronisasi dengan data yang sudah dimiliki oleh LCD. LCD menerjemahkan perintah dengan logika “0” dan “1”. Prinsip kerja LCD dapat dijabarkan dengan penjabaran yaitu ketika Pin D1-D7 menerima data melalui mikrokontroler, saat menerima data Pin 5 LCD (R/W) harus diberi logika “0”, dan setiap mengirimkan data diberi logika “1”. Setiap kali menerima/mengirim data untuk mengaktifkan LCD dibutuhkan sinyal E (*chip enable*) dalam bentuk perpindahan logika “1” ke logika “0”. Pada saat bersamaan Pin RS (*Register Selector*) yang berfungsi untuk memilih IR (*Instruction Register*) atau DR (*Data Register*) yang beroperasi dengan mekanisme yaitu, jika nilai RS “1” atau R/W “1” maka akan dilakukan operasi penulisan data ke DDRAM atau CGRAM. Sedangkan jika RS berlogika “1” dan R/W berlogika “1”, akan membaca data dari CGRAM atau DDRAM ke *register* DR. Karakter yang akan ditampilkan disimpan di *display* disimpan di memori DDRAM. Lokasi karakter yang akan

ditampilkan ke *display* mempunyai alamat tertentu pada memori DDRAM (Widodo B, 2013). Bentuk fisik dari LCD 20x4 seperti yang digambarkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5. Bentuk Fisik *Display* LCD 20x4
(Sumber : bukalapak.com, 2021)

2.6 I2C (*Inter Integrated Circuit*)

I2C merupakan singkatan dari *Inter Integrated Circuit*. I2C adalah standar komunikasi serial dua arah menggunakan dua saluran yang didesain khusus untuk pengontrolan IC. Sistem I2C terdiri dari saluran SCL (*Serial Clock*) dan SDA (*Serial Data*) yang membawa informasi data antara I2C dengan pengontrolnya. Piranti yang dihubungkan dengan sistem I2C Bus dapat dioperasikan sebagai *Master* dan *Slave*. *Master* adalah piranti yang memulai *transfer data* pada I2C Bus dengan membentuk sinyal *Start*, mengakhiri *transfer data* dengan membentuk sinyal *Stop*, dan membangkitkan sinyal *clock*. *Slave* adalah piranti yang dialamat *master* Sinyal *Start* merupakan sinyal untuk memulai semua perintah, didefinisikan sebagai perubahan tegangan SDA dari “1” menjadi “0” pada saat SCL “1”. Sinyal *Stop* merupakan sinyal untuk mengakhiri semua perintah, didefinisikan sebagai perubahan tegangan SDA dari “0” menjadi “1” pada saat SCL “1”. Kondisi sinyal *Start* dan sinyal *Stop*. Sinyal dasar yang lain dalam I2C Bus adalah sinyal *acknowledge* yang

disimbolkan dengan ACK. Setelah transfer data oleh master berhasil diterima *slave*, *slave* akan menjawabnya dengan mengirim sinyal *acknowledge*, yaitu dengan membuat SDA menjadi “0” selama siklus *clock* ke-9. Ini menunjukkan bahwa *Slave* telah menerima 8 bit data dari *Master*. (Sulistyo E, 2014). Berikut ini bentuk fisik dari I2C sebagaimana terdapat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6. Bentuk Fisik I2C (*Inter Integrated Circuit*)
(Sumber : khoiruliman.wordpress.com, 2016)

2.7 LED (*Light Emitting Diode*)

LED (*Light Emitting Diode*) adalah dioda yang dapat memancarkan cahaya pada saat mendapat arus bias maju (*forward bias*). LED dapat memancarkan cahaya karena menggunakan *dopping galium, arsenic dan phosporus*. Jenis *doping* yang berbeda diatas dapat menghasilkan cahaya dengan warna yang berbeda. LED memiliki 2 buah kaki seperti dengan dioda yaitu kaki anoda dan kaki katoda. Pemasangan LED agar dapat menyala adalah dengan memberikan tegangan bias maju yaitu dengan memberikan tegangan positif ke kaki anoda dan tegangan negatif ke kaki katoda.

LED terdiri dari sebuah *chip* semikonduktor yang di doping sehingga menciptakan *junction P* dan *N*. Yang dimaksud dengan proses doping dalam semikonduktor adalah proses untuk menambahkan ketidakmurnian (*impurity*) pada semikonduktor yang murni sehingga menghasilkan karakteristik kelistrikan yang diinginkan. Ketika LED dialiri tegangan maju atau *bias forward* yaitu dari Anoda (P) menuju ke Katoda

(K), Kelebihan Elektron pada *N-Type material* akan berpindah ke wilayah yang kelebihan *Hole* (lubang) yaitu wilayah yang bermuatan positif (*P-Type material*).

Saat Elektron berjumpa dengan *Hole* akan melepaskan *photon* dan memancarkan cahaya monokromatik (satu warna). Cara kerja LED yaitu untuk memancarkan cahaya ketika dialiri tegangan maju ini juga dapat digolongkan sebagai transduser yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi cahaya. Gambar LED dapat diketahui sebagaimana yang terdapat pada Gambar 2.7.

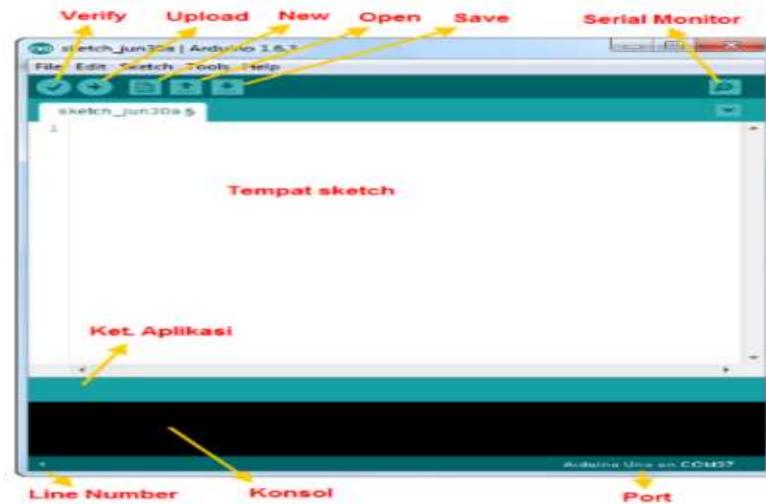


Gambar 2.7 Lampu LED

(Sumber : reichelt.com, 2021)

2.8 Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Program*) merupakan *software* yang dipakai untuk membuat *sketch* yang akan di *upload* ke *board* arduino itu sendiri. Arduino IDE tergolong sebagai bentuk *software* pengembangan program yang terintegrasi sehingga berbagai *tools* atau tampilan disediakan dan dinyatakan dalam bentuk antarmuka berbasis menu. Dengan menggunakan Arduino IDE, kesalahan penulisan *sketch* atau kebenaran penulisan *sketch* langsung dapat dibuktikan (Ricki Ananda. 2018). Tampilan gambar dari Arduino IDE ditampilkan seperti pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8. Tampilan Arduino IDE

(Sumber : Santoso H, 2015)

Berikut Keterangan fungsi dari masing-masing *tool* yang ada pada Arduino IDE :

1. *Verify* : *Tool* ini dikenal juga dengan sebutan *compile*. Berfungsi untuk verifikasi *sketch* pada Arduino IDE. Proses *Verify/Compile* ini merubah *sketch* ke *binary code* untuk diupload ke mikrokontroler.
2. *Upload* : *Tool* ini berfungsi untuk *upload sketch* ke *board* arduino.
3. *New* : *Tool* ini berfungsi untuk membuat *sketch* baru.
4. *Open* : *Tool* ini berfungsi untuk membuka *sketch* yang sudah pernah dibuat.
5. *Save* : *Tool* ini berfungsi untuk menyimpan *sketch* tanpa meng*compile* terlebih dahulu.
6. *Serial Monitor* : *Tool* ini berfungsi untuk membuka *interface* pada komunikasi serial.
7. *Tempat Sketch* : Tempat untuk mengetik/menginput *sketch*.

8. Keterangan Aplikasi : *Tool* ini berfungsi untuk menampilkan pesan apabila sedang dilakukan *compile/verify* seperti contoh “*uploading*” atau “*done compile*”.
9. Konsol : *Tool* ini berfungsi untuk menampilkan hasil terkait dengan *sketch* yang di upload seperti kesalahan atau *error*.
10. *Port* : *Tool* ini berfungsi untuk menampilkan dan memberi tanda jika mikrokontroler telah terhubung dengan Arduino IDE melalui sebuah *Port* (Santoso H. 2015).

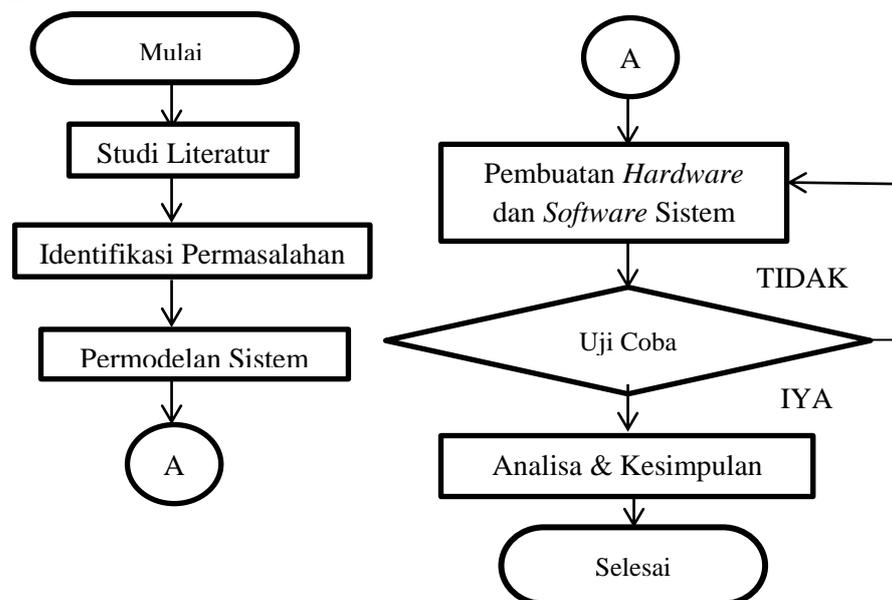
BAB III

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

Bab ini membahas tentang perancangan dan implementasi sistem, yang meliputi Alur penelitian, Waktu dan Tempat penelitian, Alat dan Bahan, Diagram Blok sistem, Diagram Alir sistem (*flowchart*), Desain sistem. Penjelasan terkait Sub Bab tersebut akan dijelaskan secara terperinci dan berurutan.

3.1 Alur Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan tahapan pertama yaitu studi literatur yang bertujuan untuk memahami konsep dari penelitian ini secara teori. Pada tahapan kedua, dilakukan identifikasi permasalahan yang bertujuan untuk mencocokkan literatur yang telah dipelajari secara teori. Tahapan ketiga yaitu permodelan sistem dan pembuatan *hardware*, tahapan ini bertujuan sebagai realisasi dari rancangan penelitian yang telah dibuat. Tahapan yang terakhir adalah uji coba penelitian beserta analisa hasil untuk membuat kesimpulan terhadap penelitian yang telah dilakukan. Berikut ringkasan alur penelitian berupa *flowchart* yang terdapat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Alur Penelitian

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan secara *work from home* di wilayah Kec. Cikarang Utara, Kabupaten Bekasi pada bulan September 2021 sampai dengan Oktober 2021.

3.3 Kondisi Tempat Pelaksanaan Penelitian

Pada saat penelitian ini dilakukan, terdapat beberapa kondisi tempat yang diperhatikan saat penelitian berlangsung diantaranya adalah :

a. Volume Ruangan Penelitian

Ruangan yang digunakan dalam penelitian kali ini yaitu sebuah kamar yang berukuran 3 x 2 x 3 (p x l x t) meter kubik.

b. Sumber Cahaya Ruangan

Sumber cahaya yang terdapat pada ruangan penelitian ini yaitu sebuah jendela dengan ukuran 120 x 30 cm dan empat buah lubang ventilasi udara 10 x 20 cm dengan jarak masing masing 25 cm.

c. Saluran Udara Ruangan

Saluran udara pada ruangan ini berupa lubang ventilasi sebagai jalan masuk untuk udara dari luar. Terdapat empat buah lubang ventilasi udara berukuran 10x20 cm dengan jarak masing masing 25 cm.

3.4 Alat dan Bahan

Pada penelitian ini, digunakan beberapa alat dan bahan untuk pembuatan dan realisasi sistem. Rincian mengenai alat dan bahan yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.1.

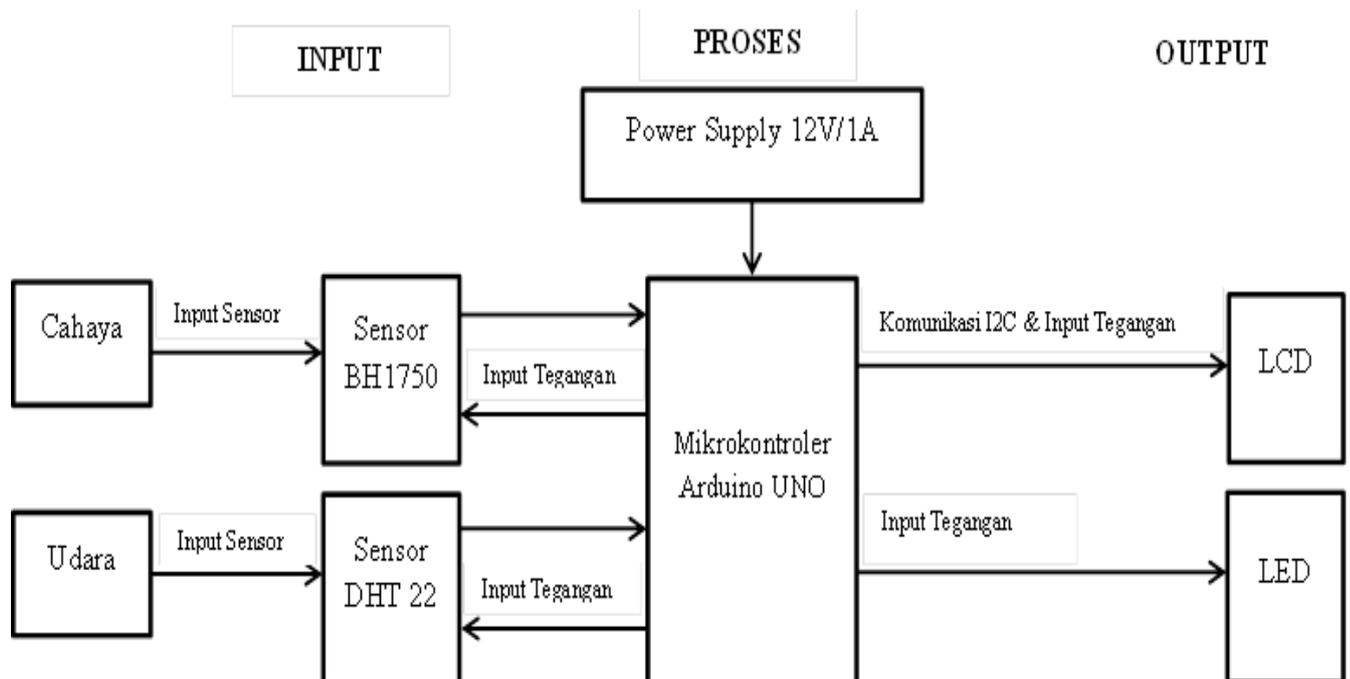
Tabel 3.1 Alat, Bahan, dan Fungsi

No	Alat dan Bahan	Fungsi
1	Sensor Cahaya BH1750	Berfungsi sebagai pendeteksi cahaya untuk ditampilkan dan diproses datanya. Dari nilai intensitas cahaya terukur tersebut akan menjadi acuan penentuan informasi intensitas cahaya dan indikator cahaya. Kemampuan sensor ini dapat mengukur cahaya mulai dari 0 sampai 65535 lux.
2	Modul Sensor DHT 22	Berfungsi sebagai pendeteksi suhu udara untuk ditampilkan dan diproses datanya. Dari nilai suhu terukur tersebut akan menjadi acuan dalam menentukan informasi suhu dan indikator suhu. Kemampuan sensor ini dapat mengukur suhu -40°C sampai dengan 80°C
3	LCD 20x4	Berfungsi sebagai <i>interface</i> untuk memberikan informasi kondisi Intensitas Cahaya dan Suhu.
4	I2C	Berfungsi sebagai <i>serial input</i> untuk melakukan <i>transfer data</i> antara LCD dan output <i>sketch</i> dari mikrokontroler.
5	Mikrokontroler Arduino UNO	Berfungsi sebagai mikrokontroler prosesor untuk memproses perintah yang diberikan terhadap sensor yang digunakan.
6	Lampu LED	Berfungsi sebagai indikator Intensitas Cahaya dan suhu.
7	<i>Software</i> Arduino IDE	Berfungsi untuk merancang <i>sketch</i> untuk memberi perintah pada mikrokontroler yang digunakan.

8 <i>Power Supply</i>	Berfungsi sebagai sumber tegangan untuk 12V/1A mengoperasikan rangkaian komponen.
9 <i>Box</i>	Berfungsi sebagai wadah bagi rangkaian yang dibuat.

3.5 Diagram Blok Sistem

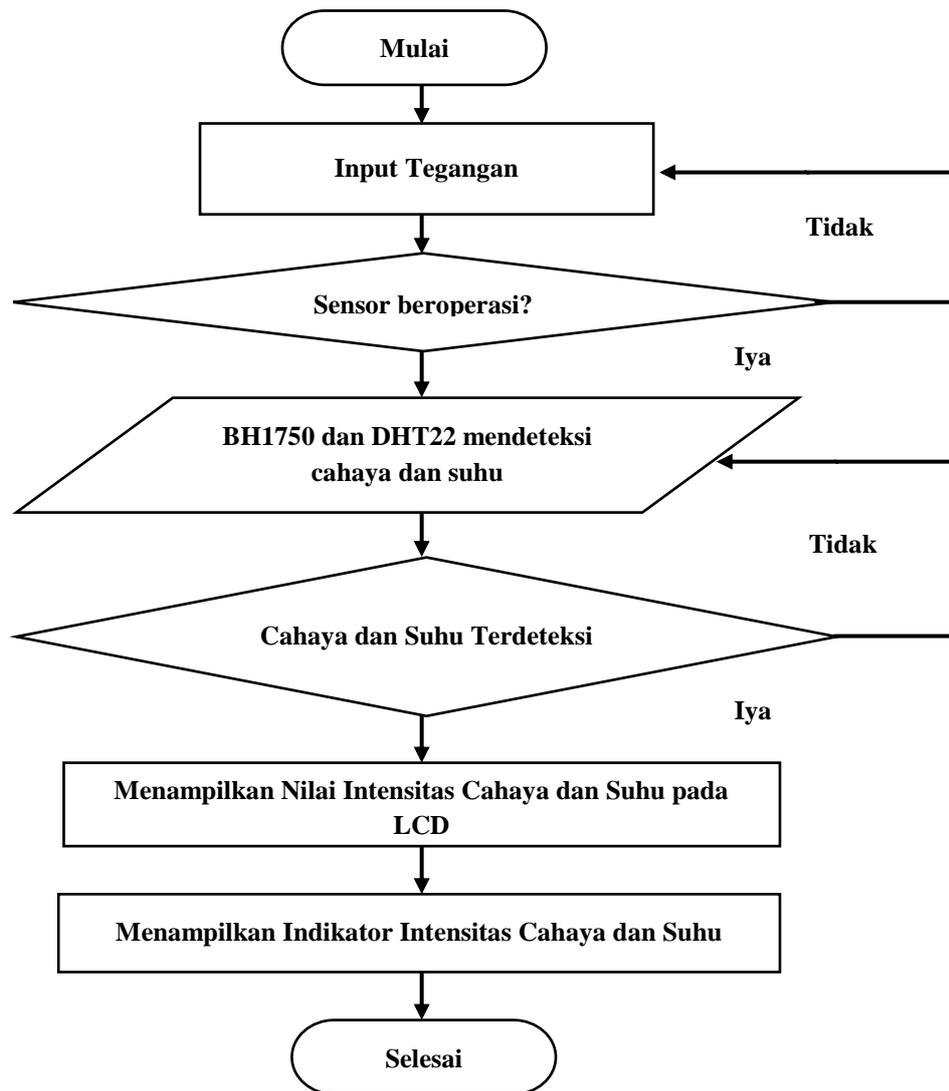
Pada prinsipnya, sistem ini bekerja berdasarkan dua input sensor yaitu Modul BH1750 dan Modul DHT 22. Kedua sensor tersebut mendeteksi keberadaan Intensitas Cahaya dan Kondisi Suhu Udara. Berdasarkan pendeteksian dari kedua modul sensor tersebut, data yang diperoleh diproses melalui mikrokontroler Arduino UNO berdasarkan perintah program yang telah di input pada mikrokontroler. Mikrokontroler dioperasikan dengan *power supply* 12 volt 1 ampere untuk kemudian menampilkan hasil proses data pada LCD dan menhidupkan LED sebagai indikator dari Intensitas Cahaya dan suhu. Berikut skema pengerjaan sistem dalam gambar diagram blok yang digambarkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Diagram Blok Sistem

3.6 Diagram Alir (*Flowchart*)

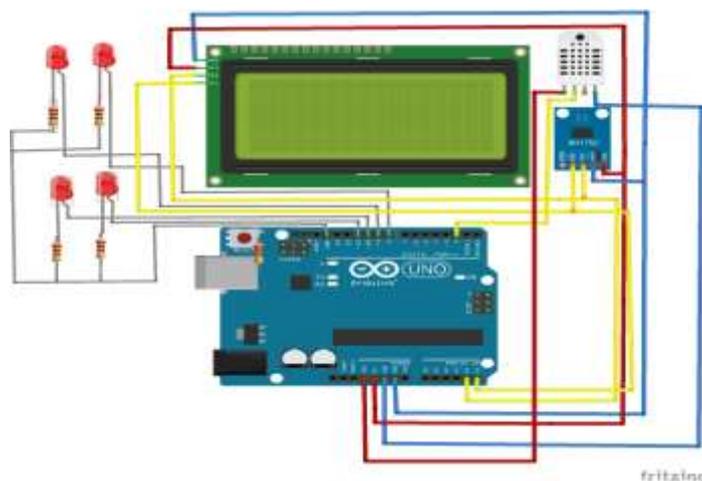
Dalam penerapannya, alat ini dirancang untuk menggabungkan prinsip alat ukur dan mekanisme indikator. Alat ini bekerja dengan penggunaan 2 buah sensor yaitu modul sensor BH 1750 dan DHT 22 sebagai input yang masing masing berguna untuk mendeteksi keberadaan cahaya dan kondisi suhu udara. Kedua sensor tersebut nantinya mengirimkan data untuk diproses oleh mikrokontroler. Data tersebut akan ditunjukkan dalam nilai pengukuran untuk mengetahui berapa nilai yang terukur melalui penggunaan kedua sensor tersebut. Data yang sudah diproses oleh mikrokontroler kemudian akan menjadi acuan untuk menentukan kondisi standar dari intensitas cahaya dan suhu yang akan di indikasikan oleh lampu LED dan di jelaskan pada informasi tertulis melalui perangkat LCD. Berikut model *flowchart* atau diagram alir seperti yang terdapat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Diagram Alir (*Flowchart*)

3.7 Perancangan Sistem

Sistem ini ialah sistem yang dirancang sebagai alat ukur dan indikator terhadap besaran intensitas cahaya dan suhu. Sistem ini dirancang dengan menggunakan dua buah sensor utama sebagai input yaitu modul sensor BH1750 dan DHT 22. Kemudian, kedua sensor tersebut dihubungkan dengan mikrokontroler Arduino UNO yang juga telah terhubung dengan LCD dan LED sebagai output dari pembacaan sensor. Setiap sensor memiliki pin yang terhubung ke Arduino UNO. Pada sensor BH 1750, pin sensor yaitu VCC terhubung ke 5 volt, pin ground terhubung ke ground arduino, pin SDA ke pin Analog 4, pin SCL ke pin Analog 5. DHT 22 terhubung melalui Pin VCC dengan 3,3 volt, pin gorund terhubung ke ground dan pin data DHT 22 terhubung ke pin *digital* 2. Untuk output yaitu LCD dihubungkan ke Arduino UNO melalui rangkaian seri dengan sensor BH 1750 dikarenakan kedua komponen ini sama sama menggunakan I2C sehingga dapat dirangkai seri. Terakhir untuk lampu LED dihubungkan ke Arduino UNO melalui kaki katoda yang dibuat seri untuk dihubungkan ke satu buah ground Arduino UNO, dan kaki anoda LED masing masing terhubung ke pin Arduino UNO yaitu pin digital 8, digital 9, digital 10, dan digital 11. Seluruh komponen tersebut dirangkai sebagaimana yang ditampilkan pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Diagram *Wiring* Rangkaian Komponen

Untuk mengoperasikannya, kedua sensor tersebut harus diberikan perintah program terlebih dahulu. Mikrokontroler Arduino UNO digunakan untuk memberikan perintah program terhadap sensor BH 1750 dan DHT 22. Arduino UNO dipilih karena dianggap cukup untuk mengoperasikan kedua sensor dikarenakan jumlah pin dari Arduino UNO dan tegangan input yang tersedia melalui mikrokontroler cukup untuk memberikan tegangan terhadap kedua sensor tersebut. Sensor yang terhubung ke mikrokontroler kemudian juga diberikan LCD dan LED sebagai *interface* untuk menampilkan output nilai dan indikator intensitas cahaya dan suhu. LCD diprogram melalui Arduino UNO untuk menampilkan nilai terukur beserta informasi terkait dengan kondisi suhu dan cahaya. Jangkauan pengukuran telah diatur melalui mikrokontroler sebagaimana standar yang berlaku berdasarkan acuan Peraturan Kementerian Kesehatan No. 70 tahun 2016. Batas jangkauan pengukuran intensitas cahaya diatur dari nilai 0 sampai dengan 200 lux dan batas jangkauan pengukuran suhu diatur mulai dari 28 sampai dengan 32 derajat celsius. LED digunakan sebagai indikator telah di berikan perintah melalui Arduino UNO dengan menyesuaikan berdasarkan standar intensitas cahaya dan suhu yang berlaku. Standar tersebut dimasukkan dalam program mikrokontroler Arduino UNO sebagai input standar untuk menentukan kondisi dari cahaya apabila terlalu terang atau gelap serta suhu yang terlalu dingin atau panas. Penjelasan mengenai output informasi pada LCD dan lampu indikator LED dijelaskan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Penjelasan Output Informasi dan Indikator

Cahaya	Keterangan	Indikator	Suhu	Keterangan	Indikator
<100	Terlalu Gelap	LED Hijau 1 nyala	<28	Terlalu Dingin	LED Merah 2 nyala
100-200	Cukup Terang	LED Tidak menyala	28-32	Suhu Ruangan Cukup	LED Tidak menyala
>200	Terlalu Terang	LED Merah 1 nyala	>32	Terlalu panas	LED Hijau 2 nyala

3.8 Realisasi Alat

Rancang bangun alat ini direalisasikan dengan menggunakan wadah berupa Box hitam berukuran 14x9x5 cm yang berfungsi untuk menyimpan wiring atau pengkabelan sensor di dalam box dan untuk menampilkan display atau layar LCD, Indikator, beserta Sensor di permukaan luar box. Tampilan luar alat berupa display LCD, Indikator LED, dan Sensor yang ditonjolkan keluar untuk menerima cahaya dan suhu. Realisasi alat dibuat dengan sedemikian rupa agar mampu menampilkan nilai terukur, indikator yang dapat dibaca dan dipahami dengan mudah, serta penempatan lokasi sensor agar dapat menangkap cahaya dan suhu udara dengan leluasa. Gambaran realisasi alat dapat dilihat sebagaimana pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Realisasi Alat

(Sumber : Dokumen Pribadi, diambil pada 13 Oktober 2021)

BAB IV

PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab ini berisi tentang pengujian dan analisis terkait dengan penggunaan sensor input, dan output. Pengujian pada bab ini meliputi pengujian sensor cahaya BH 1750, pengujian sensor suhu DHT 22, pengujian LCD 20x4 terhadap pembacaan nilai dari BH 1750 dan DHT 22, pengujian indikator LED terhadap output nilai terukur sensor, serta pengujian keseluruhan sistem. Seluruh sub bab tersebut akan dijelaskan secara terperinci dan berurutan.

4.1 Pengujian Sensor Cahaya BH 1750

Pengujian sensor cahaya BH 1750 ini dilakukan dengan membandingkan nilai cahaya terukur pada alat dengan alat ukur *luxmeter* standar keluaran ultron tipe LX-1010B. Metode pengujian dilakukan dengan mensimulasikan titik ukur nilai cahaya berdasarkan jarak antara sumber cahaya dengan kedua alat ukur. Pengujian dimulai dari titik jarak 10 cm sampai dengan 100 cm dengan kelipatan 10 cm per titik. Pengujian dilakukan langsung di kondisi ruangan tertutup dengan volume ruangan yaitu 54 m^3 . Cahaya diarahkan ke permukaan tembok dengan luas permukaan yaitu 6 m^2 . Tujuan dari pengujian ini ialah menganalisa penggunaan sensor dan mencari tingkat *error* dari alat yang telah dibuat berdasarkan perbandingan dengan nilai alat ukur standar.

Untuk memperoleh nilai intensitas cahaya, pengujian dilakukan dengan beberapa tahapan sebagai berikut :

1. Pengambilan data kuat penerangan (lux) di dalam ruangan
2. Hitung konversi nilai kuat penerangan cahaya (lux) atau lumen/m² menjadi satuan nilai intensitas cahaya (Candela).

Adapun persamaan konversi perhitungan yang digunakan dalam proses konversi kuat penerangan menjadi intensitas cahaya adalah sebagai berikut :

$$\Phi = E * A$$

Persamaan diatas digunakan untuk memperoleh nilai luminasi berdasarkan kuat penerangan cahaya. Setelah luminasi cahaya berhasil diketahui maka intensitas cahaya dapat dikalkulasikan dengan persamaan sebagai berikut :

$$I = \frac{\Phi}{\omega}$$

Berikut Keterangan dari persamaan diatas :

1. E = Kuat Penerangan (lux)
2. A = Luas Permukaan
3. I = Intensitas Cahaya
4. Φ = Luminasi Cahaya
5. ω = Sudut ruang pencahayaan/steradian (4π).

Data hasil pengujian dan konversi kuat penerangan menjadi intensitas cahaya dijelaskan pada Tabel 4.1. sebagai berikut.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian BH1750

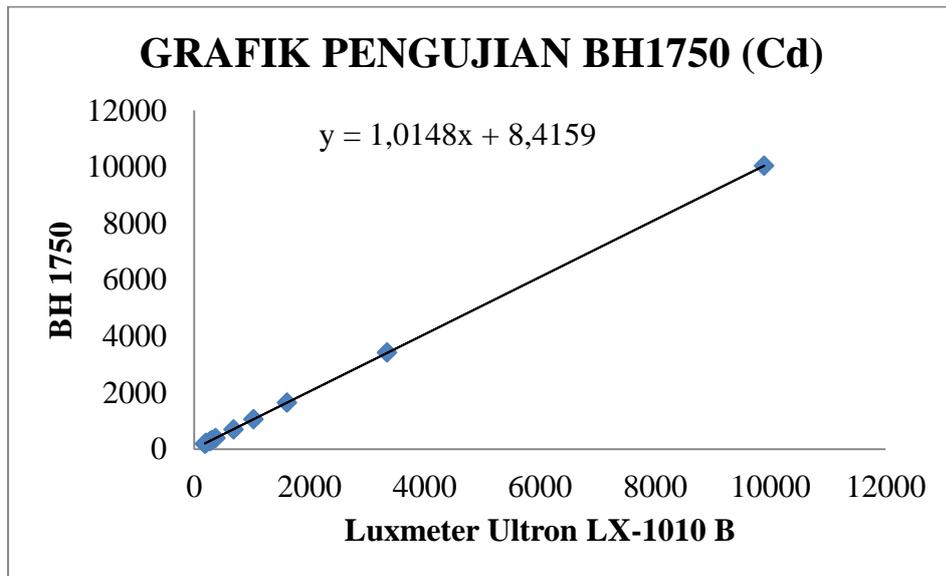
DATA PENGUJIAN BH 1750								
Titik Ke-	Luas Permukaan	Kuat Penerangan Cahaya (E)		Luminasi Cahaya (Φ)		Intensitas Cahaya (I)		Error
		Luxmeter (lx)	BH 1750 (lx)	Luxmeter (lm)	BH1750 (lm)	Luxmeter (cd)	BH1750 (cd)	
1	6m ²	2100	2131	12600	12786	9891	10037,01	1%
2		710	727	4260	4362	3344,1	3424,17	2%
3		342	350	2052	2100	1610,82	1648,5	2%
4		218	225	1308	1350	1026,78	1059,75	3%
5		145	148	870	888	682,95	697,08	2%
6		78	81	468	486	367,38	381,51	4%
7		66	68	396	408	310,86	320,28	3%
8		58	59	348	354	273,18	277,89	2%
9		44	45	264	270	207,24	211,95	2%
10		39	40	234	240	183,69	188,4	3%
RATA RATA <i>ERROR</i>								2%

Berdasarkan data diatas, nilai *error* diperoleh dengan perhitungan sebagai berikut :

$$Error = \frac{(I.Sensor - I.Standard)}{I.Standard} \times 100\%$$

Kemudian, setelah nilai *error* berhasil didapat maka nilai rata-rata *error* dalam pengujian dapat dikalkulasi dengan perhitungan sebagai berikut :

$$Rata - Rata Error = \frac{Jumlah\ nilai\ Error}{Jumlah\ data\ pengujian}$$



Gambar 4.1 Grafik Pengujian Sensor Cahaya BH1750

Hasil pengujian pada Tabel 4.1 menjelaskan bahwa pengujian sensor BH 1750 dilakukan dengan membandingkan nilai cahaya terukur pada *Luxmeter* pabrikan Ultron tipe LX-1010 B sebagai alat ukur cahaya standar. Pada 10 titik pengukuran ditemukan nilai pengukuran antara dua alat ukur tersebut cukup fluktuatif. Nilai pengukuran yang fluktuatif tersebut terjadi mengingat Intensitas Cahaya dianalisa dengan mempertimbangkan area luas permukaan. Apabila cahaya yang diarahkan semakin dekat pada permukaan maka intensitas cahaya yang diterima akan semakin besar dan jika semakin jauh akan semakin kecil. Nilai luminasi cahaya pada pengujian ini diperoleh berdasarkan perhitungan yang mempertimbangkan kuat penerangan dan area permukaan yang diberikan cahaya. Nilai luminasi diperoleh berdasarkan akumulasi dari kuat penerangan yang ada dikali dengan luas permukaan. Nilai luminasi yang telah diperoleh tersebut kemudian digunakan untuk akumulasi intensitas cahaya. Intensitas cahaya diperoleh dengan membagi luminasi cahaya dengan steradian. Semakin besar luminasi yang diberikan maka semakin besar intensitas cahaya yang diperoleh. Pengujian tersebut menghasilkan rata rata error sebesar 2%.Data pada Tabel 4.1 kemudian dianalisis dengan

grafik, berdasarkan hasil analisis grafik, pengukuran sensor BH1750 diperoleh garis linear yang dapat mengindikasikan bahwa pengukuran sensor BH1750 ini cukup akurat.

4.2 Pengujian Sensor Suhu DHT 22

Pengujian sensor suhu DHT 22 ini dilakukan dengan membandingkan nilai suhu terukur pada alat dengan alat ukur thermometer standar keluaran Effosora *digital thermometer* tipe TPM-10. Metode pengujian dilakukan dengan meletakkan *thermometer* standar dengan alat yang dibuat untuk membandingkan nilai suhu terukur. Pengujian dilakukan selama 1 jam dengan pengambilan data per 5 menit untuk memperoleh variasi data. Tujuan dari pengujian ini ialah mencari tingkat *error* dari alat yang telah dibuat berdasarkan perbandingan dengan nilai alat ukur standar.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian DHT 22

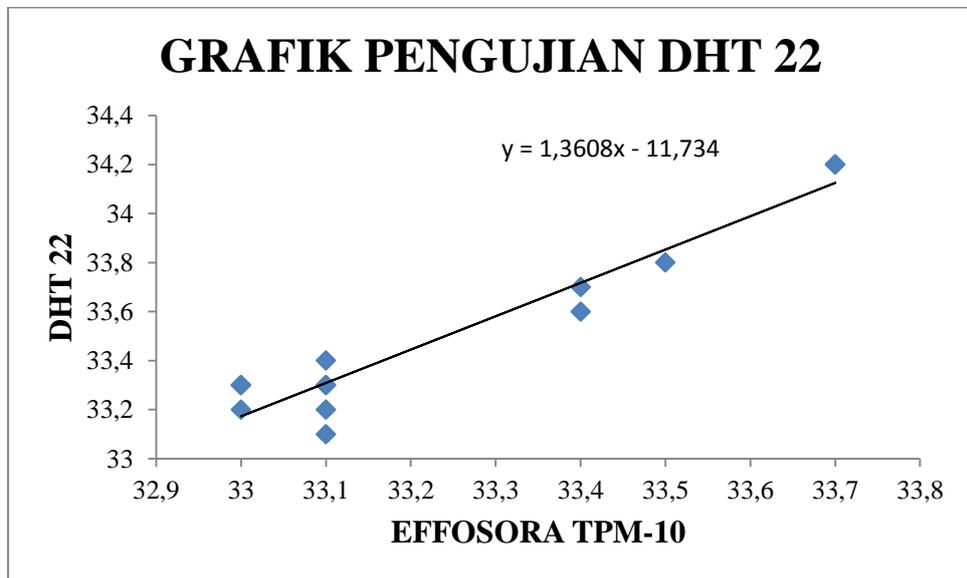
Waktu	Thermometer Standar. (Effosora Digital Thermometer TPM-10)	Sensor Suhu DHT 22	Selisih	Error
11.55	33°C	33,3°C	0,3	1%
12.00	33°C	33,2°C	0,2	1%
12.05	33°C	33,3°C	0,3	1%
12.10	33,1°C	33,4°C	0,3	1%
12.15	33,1°C	33,2°C	0,1	0%
12.20	33,1°C	33,3°C	0,2	1%
12.25	33,7°C	34,2°C	0,5	1%
12.30	33,7°C	34,2°C	0,5	1%
12.35	33,4°C	33,7°C	0,3	1%
12.40	33,5°C	33,8°C	0,3	1%
12.45	33,4°C	33,6°C	0,2	1%
12.50	33,1°C	33,1°C	0	0%
12.55	33,1°C	33,3°C	0,2	1%
RATA RATA <i>ERROR</i>				1%

Berdasarkan data *error* diatas, nilai *error* diperoleh dengan perhitungan sebagai berikut :

$$Error = \frac{(Temp.Sensor - Temp.Standar)}{Temp.Standar} \times 100\%$$

Kemudian, setelah nilai *error* berhasil didapat maka nilai rata-rata *error* dalam pengujian dapat dikalkulasi dengan perhitungan sebagai berikut :

$$Rata - Rata Error = \frac{Jumlah\ nilai\ Error}{Jumlah\ data\ pengujian}$$



Gambar 4.2 Grafik Pengujian DHT 22

Hasil pengujian pada Tabel 4.2 menjelaskan bahwa pengujian sensor DHT 22 dilakukan dengan membandingkan nilai suhu udara terukur pada *Digital Thermometer* pabrikan Effosora tipe TPM-10 sebagai alat ukur suhu udara standar. Selama 1 jam pengukuran diperoleh nilai pengukuran antara dua alat ukur tersebut cukup fluktuatif yang di indikasikan dengan selisih yaitu 0,1, 0,2, 0,3, dan 0,5°C yang tidak berurutan. Selisih tersebut cukup bagus mengingat akurasi dari sensor DHT 22 sendiri mencapai 0,5°C hal tersebut mengindikasikan bahwa alat ini bekerja dengan baik sebagaimana spesifikasi dari pabrikan sensor. Pengujian ini menghasilkan rata rata error sebesar 1%. Data pada Tabel

4.2 kemudian di analisis dengan grafik, berdasarkan hasil analisis grafik, pengukuran sensor DHT 22 diperoleh garis linear yang dapat mengindikasikan bahwa pengukuran sensor DHT 22 ini cukup akurat.

4.3 Pengujian LCD 20x4 terhadap sensor BH1750 dan DHT 22

Pengujian LCD 20x4 ini dilakukan dengan mengamati tampilan pada LCD 20x4 berdasarkan input yang diberikan oleh sensor cahaya BH1750 dan sensor suhu DHT 22. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah data yang diperoleh sensor berhasil ditampilkan dengan baik atau tidak sebagai informasi mengenai Intensitas Cahaya dan suhu.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian LCD terhadap sensor BH1750 dan DHT 22

No	Nilai Terukur		Tampilan LCD	
	BH 1750	DHT 22	Informasi Intensitas Cahaya	Informasi Suhu
1.	59,17 lux 103,33	32,6°C	Terlalu Gelap	Terlalu Panas
2.	lux	32,6°C	Cukup Terang	Terlalu Panas Suhu Ruangan
3.	350 lux	30,7°C	Terlalu Terang	Cukup



Gambar 4.3 Pengujian LCD terhadap Sensor BH1750 dan DHT 22

(Sumber : Dokumen Pribadi, diambil pada 13 Oktober 2021)

Sebagaimana yang terdapat pada Gambar 4.3. merupakan contoh gambar hasil pengujian LCD beserta penjabaran hasil pengujian yang diperoleh pada tabel 4.3. Hasil pengujian mengindikasikan bahwa LCD telah bekerja dengan baik untuk menampilkan informasi terkait Intensitas

Cahaya dan suhu berdasarkan variasi informasi yang telah ditampilkan dari berbagai kondisi yang terukur.

4.4 Pengujian Indikator LED terhadap sensor BH1750 dan DHT 22

Pengujian Indikator LED ini dilakukan dengan mengamati aktivitas LED berdasarkan nilai terukur yang terbaca melalui sensor untuk menguji ketepatan dalam menerjemahkan kondisi standar dalam bentuk indikator berdasarkan nilai terukur. Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali dengan nilai cahaya terukur yaitu 59,17 lux, 103,33 lux, dan 350 lux serta suhu terbaca dengan nilai 32,6°C sehingga menampilkan indikator lampu secara urut sebagaimana dijelaskan pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Indikator LED terhadap sensor BH1750 dan DHT 22

No	Nilai Terukur		Indikator LED			
	BH 1750	DHT 22	LED Hijau 1	LED Hijau 2	LED Merah 1	LED Merah 2
1.	59,17 lux	32,6	Tidak Nyala	Nyala	Nyala	Tidak Nyala
2.	103,33 lux	32,6	Tidak Nyala	Nyala	Tidak Nyala	Tidak Nyala
3.	350 lux	32,5	Nyala	Nyala	Tidak Nyala	Tidak Nyala

4.5 Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian keseluruhan sistem dilakukan dengan mengamati LCD dan indikator LED yang bertujuan untuk mengetahui output berupa Nilai Intensitas Cahaya dan Suhu terukur, Informasi Intensitas Cahaya dan Suhu, dan Indikator Intensitas Cahaya dan Suhu. Pengamatan tersebut bertujuan untuk memastikan seluruh sistem berjalan dengan baik antara pengukuran, dan penggambaran indikator berdasarkan pembacaan dari sensor.

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem

No	Nilai Terukur		Indikator LED				Keterangan LCD	
	BH 1750	DHT	LED Hijau 1	LED Hijau 2	LED Merah 1	LED Merah 2	Cahaya	Suhu
1.	59,17 lux	32,6	Tidak Nyala	Nyala	Nyala	Nyala	Terlalu Gelap	Terlalu Panas
2.	103,33 lux	32,6	Tidak Nyala	Nyala	Tidak Nyala	Nyala	Cukup Terang Terlalu	Terlalu Panas
3.	350 lux	32,5	Nyala	Nyala	Nyala	Nyala	Terang	Terlalu Panas

Berdasarkan pengujian pada tabel 4.5, secara keseluruhan alat telah berhasil bekerja dengan baik. Hal tersebut dapat diindikasikan dengan sesuainya kondisi lampu indikator dan keterangan suhu berdasarkan nilai cahaya dan suhu yang terukur. Penelitian ini menggunakan 4 buah lampu LED dengan 2 warna berbeda, dari ke empat warna tersebut LED Hijau 2 selalu hidup dikarenakan alat mengindikasikan suhu ruang yang terlalu panas. Sedangkan, LED Merah 2 selalu mati dikarenakan kondisi yang terdeteksi yaitu suhu udara di tempat pengujian tidak terlalu dingin. Pada lampu LED Hijau 1 dan LED Merah 1 terlihat bahwa keduanya sempat hidup dan mati, hal tersebut dikarenakan Intensitas Cahaya di tempat pengujian berubah ubah dan cukup fluktuatif sehingga alat dapat mendeteksi tiga Intensitas Cahaya yang berbeda yaitu Terlalu Gelap, Terlalu Terang, dan Terlalu Panas.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan perancangan alat yang telah dilakukan mengenai rancang bangun alat ukur dan indikator informasi intensitas cahaya dan suhu ruangan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Berhasil dibuat sebuah alat ukur dan indikator intensitas cahaya dan suhu ruangan dengan menggabungkan Sensor cahaya dan Sensor Suhu yang dapat beroperasi secara *realtime*.
2. Berhasil dibuat perintah pemrograman mikrokontroler untuk menghasilkan alat ukur dan indikator Intensitas Cahaya dan Suhu.

5.2 Saran

1. Pengembangan dari alat ini dapat dilakukan dengan memberikan tombol pengaturan batas cahaya dan suhu untuk diindikasikan standarnya.
2. Penggunaan alat ini dapat dikembangkan untuk pengendalian cahaya dan suhu ruangan dengan menambah output yaitu lampu untuk menambah atau membatasi cahaya serta pendingin untuk mengendalikan suhu.
3. Penggunaan alat ini dapat diintegrasikan dengan prinsip IoT (*Internet of Things*).

DAFTAR PUSTAKA

- Ananda R., Amin M., 2019, *Workshop Pelatihan Perancangan Internet Of Things Berbasis Arduino UNO Jenis R3/R3 SMD DI SMK Swasta Karya Utama Kota Tanjung Balai*, Jurdimas (Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat), Vol. 2 No. 2
- Budiharto W., 2013 *Panduan Praktikum Mikrokontroler AVR Atmega16 Panduan Utama untuk Pelajar dan Penghobi*, Elex Media Computindo, Jakarta
- Di Justo P., Gertz E., 2012, *Environmental Monitoring with Arduino: Building Simple Devices to Collect Data about the World Around Us*, O'Reilly, Britania Raya.
- Gunawan, Ananda F., 2017, *Aspek Kenyamanan Termal Ruang Belajar Gedung Sekolah Menengah Umum di Wilayah Kec. Mandau*, Jurnal Inovtek Polbeng, Vol.7, No. 2
- Haditia IP., 2012, Analisis Pengaruh Suhu Tinggi Lingkungan dan Beban Kerja Terhadap Konsentrasi Kerja, *Skripsi*, Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok
- Hafiz M., Candra O., 2021, *Perancangan Sistem Pendeteksi Kebakaran Berbasis Mikrokontroller dan Aplikasi Map dengan Menggunakan IoT*, Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional, Vol.7, No. 1
- Kemenkes., 2016, *PERATURAN MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA NOMOR 70 TAHUN 2016*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Natsir M, dkk., 2019, *Implementasi IOT Untuk Sistem Kendali AC Otomatis Pada Ruang Kelas di Universitas Serang Raya*, Jurnal PROSISKO Vol. 6 No. 1
- Pambudi WS, 2021, *Aplikasi Akuisisi Data Sensor dengan InstrumentLab, PlotLab, Chart, Pada Arduino*, Penerbit Andi, Yogyakarta.

- Santoso H., 2015, *Panduan Praktis Arduino Untuk Pemula Edisi 1*, Elangsakti.com, Indonesia.
- Sulistyo E., 2014, *Rancang Bangun Robot Pemadam Api Menggunakan Komunikasi I2C*, Jurnal Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta, TE-004, ISSN : 2407-1846
- Suryono, 2018. *Teknologi Sensor Konsep Fisis dan Teknik Akuisisi Data Berbasis Mikrokontroler 32 bit ATSAM3X8E (Arduino Due) Edisi Pertama*, Undip Press, Semarang
- Tamamy JA., dkk, 2019, *Desain Sistem Pemantauan Pengukuran Potensi Tenaga Matahari dan Tenaga Angin*. Jurnal Rekayasa Elekrika, Vol. 15, No.1.
- Wiyanti N., Martiana T., 2015, *Hubungan Intensitas Penerangan Dengan Kelelahan Mata Pada Pengrajin Batik Tulis*. Jurnal Universitas Airlangga, Journal Of Occupational Safety and Health, Vol.4, No. 2.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Listing Program

```
#include <dht.h>

#include <Wire.h>

#include <BH1750.h>

#include <LiquidCrystal_I2C.h>

dht DHT;

#define DHT22_PIN 2

BH1750 lightmeter(0x23);

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4);

float temp;

void setup() { // put your setup code here, to run
once:

Serial.begin(9600);

pinMode(8, OUTPUT);

pinMode(9, OUTPUT);

pinMode(10, OUTPUT);

pinMode(11, OUTPUT);

Wire.begin();

lightmeter.begin();

lcd.begin();
```

```

lcd.backlight();

}

void loop() { // put your main code here, to run
repeatedly:

    int chk = DHT.read22(DHT22_PIN);

    temp = DHT.temperature;

    float lux = lightmeter.readLightLevel();

    lcd.setCursor(0,0);

    lcd.print("Lux :");

    lcd.setCursor(6,0);

    lcd.print(lux);

    lcd.print(" Lux    ");

    lcd.setCursor(0,2);

    lcd.print("Temp :");

    lcd.setCursor(7,2);

    lcd.print(temp);

    lcd.print((char)223);

    lcd.print("C");

    if (lux >200) {

        lcd.setCursor(0,1);

```

```

    lcd.print("Terlalu Terang      ");
    digitalWrite(8, HIGH);
    digitalWrite(9, LOW);
    delay(1000);
}

else if (lux <100){
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("Terlalu Gelap      ");
    digitalWrite(9, HIGH);
    digitalWrite(8, LOW);
    delay(1000);
}

else if (lux >100 && lux <200){
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("Cukup Terang      ");
    digitalWrite(8, LOW);
    digitalWrite(9, LOW);
}

if (temp >32) {
    lcd.setCursor(0,3);
    lcd.print("Terlalu Panas      ");

```

```

digitalWrite(10, HIGH);

digitalWrite(11, LOW);

delay(1000);

}

else if (temp <28) {

    lcd.setCursor(0,3);

    lcd.print("Terlalu Dingin    ");

    digitalWrite(11, HIGH);

    digitalWrite(10, LOW);

    delay(1000);

}

else if (temp >28 && temp <32) {

    lcd.setCursor(0,3);

    lcd.print ("Suhu Ruangan Cukup  ");

    digitalWrite(10, LOW);

    digitalWrite(11, LOW);

}

delay(1000);

}

```

Lampiran 2 Datasheet Sensor



Technical Note

Ambient Light Sensor IC Series

Digital 16bit Serial Output Type Ambient Light Sensor IC

BH1750FVI



No.11046EDT01

●Descriptions

BH1750FVI is an digital Ambient Light Sensor IC for I²C bus interface. This IC 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. (1 - 65535 lx).

●Features

- 1) I²C bus Interface (f / s Mode Support)
- 2) Spectral responsibility is approximately human eye response
- 3) Illuminance to Digital Converter
- 4) Wide range and High resolution. (1 - 65535 lx)
- 5) Low Current by power down function
- 6) 50Hz / 60Hz Light noise reject-function
- 7) 1.8V Logic input interface
- 8) No need any external parts
- 9) Light source dependency is little. (ex. Incandescent Lamp. Fluorescent Lamp. Halogen Lamp. White LED. Sun Light)
- 10) It is possible to select 2 type of I²C slave-address.
- 11) Adjustable measurement result for influence of optical window
(It is possible to detect min. 0.11 lx, max. 100000 lx by using this function.)
- 12) Small measurement variation (+/- 20%)
- 13) The influence of infrared is very small.

●Applications

Mobile phone, LCD TV, NOTE PC, Portable game machine, Digital camera, Digital video camera, PDA, LCD display

●Absolute Maximum Ratings

Parameter	Symbol	Ratings	Units
Supply Voltage	V _{max}	4.5	V
Operating Temperature	T _{opr}	-40~85	°C
Storage Temperature	T _{stg}	-40~100	°C
SDA Sink Current	I _{max}	7	mA
Power Dissipation	P _d	260 ^①	mW

① 70mm × 70mm × 1.6mm glass epoxy board. Decaling is done at 3.47mW/°C for operating above Ta=25°C.

●Operating Conditions

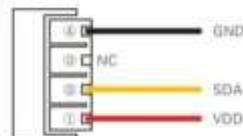
Parameter	Symbol	Ratings			Units
		Min.	Typ.	Max.	
V _{cc} Voltage	V _{cc}	2.4	3.0	3.6	V
I ² C Reference Voltage	V _{tvi}	1.65	-	V _{cc}	V

4、The definition of single-bus interface

4.1 AM2302 Pin assignments

Table 1: AM2302 Pin assignments

Pin	Name	Description
①	VDD	Power (3.3V~5.5V)
②	SDA	Serial data, bidirectional port
③	NC	Empty
④	GND	Ground



PIC1: AM2302 Pin Assignment

4.2 Power supply pins (VDD GND)

AM2302 supply voltage range 3.3V – 5.5V, recommended supply voltage is 5V.

4.3 Serial data (SDA)

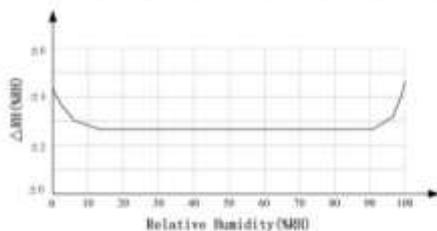
SDA pin is tri structure for reading, writing sensor data. Specific communication timing, see the detailed description of the communication protocol.

5、Sensor performance

5.1 Relative humidity

Table 2: AM2302 Relative humidity performance table

Parameter	Condition	min	typ	max	Unit
Resolution			0.1		%RH
Range		0		99.9	%RH
Accuracy ⁽¹⁾	25°C		± 2		%RH
Repeatability			± 0.3		%RH
Exchange		Completely interchangeable			
Response ⁽²⁾	1/e(63%)		<5		S
Sluggish			<0.3		%RH
Drift ⁽³⁾	Typical		<0.5		%RH/yr

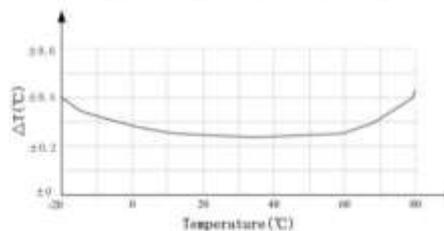


Pic2: At25°C. The error of relative humidity

5.2 Temperature

Table 3: AM2302 Relative temperature performance

Parameter	Condition	min	typ	max	Unit
Resolution			0.1		°C
n			16		bit
Accuracy			± 0.5	± 1	°C
Range		-40		80	°C
Repeat			± 0.2		°C
Exchange		Completely interchangeable			
Response	1/e(63%)		<10		S
Drift			± 0.3		°C/yr



Pic3: The maximum temperature error

Lampiran 3 Dokumentasi Pengujian

