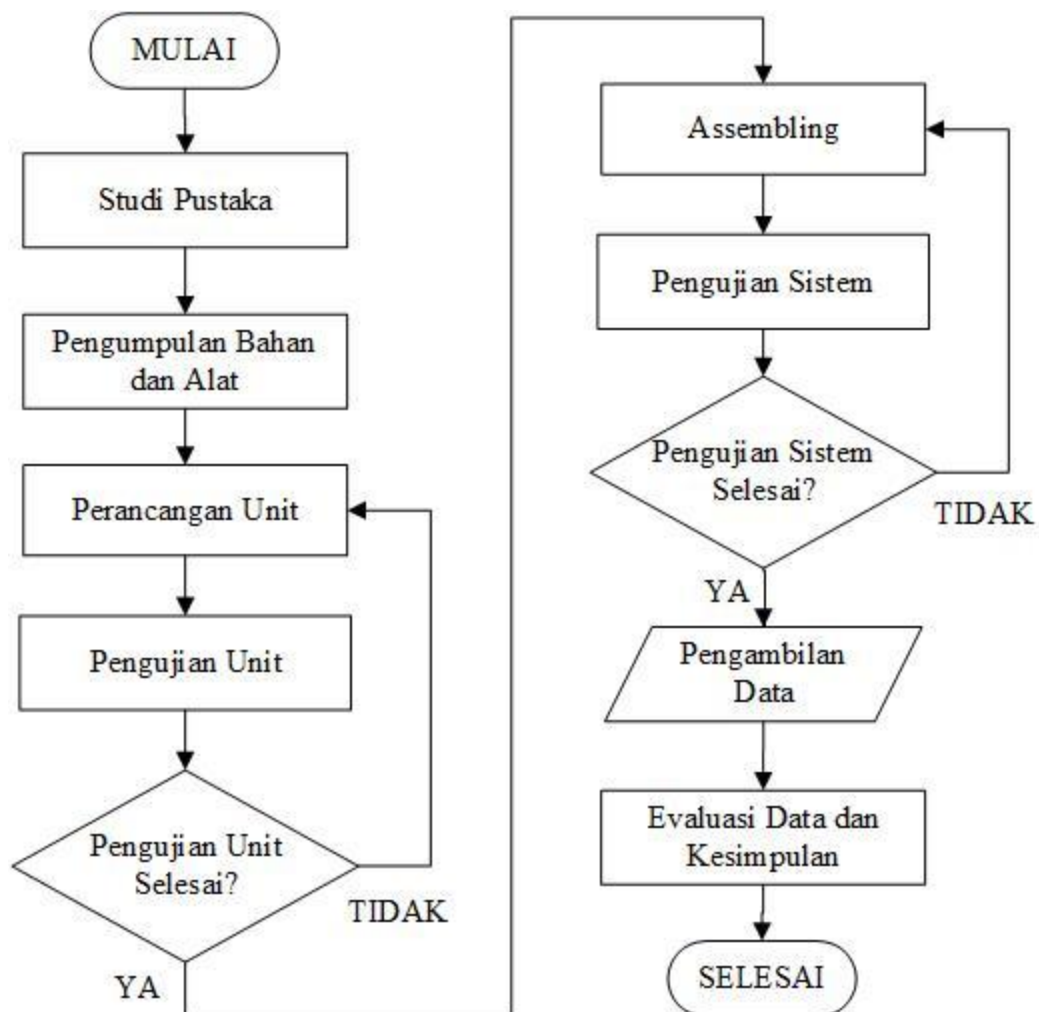


BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian merupakan langkah-langkah yang bertujuan untuk mengumpulkan informasi serta memberikan gambaran rancangan penelitian yang meliputi studi literatur, pemilihan alat dan bahan, serta langkah-langkah yang harus ditempuh sehingga diperoleh hasil penelitian dalam bentuk kesimpulan. Langkah-langkah dalam penelitian sistem deteksi elevasi muka air pada bejana penguapan berbasis mikrokontroler dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 *Flowchart Tahapan Penelitian*

Ada beberapa tahapan dalam penelitian Sistem Deteksi Elevasi Muka Air pada Bejana Penguapan Berbasis Mikrokontroler, yaitu:

1. Tahap pertama memulai penelitian
2. Studi Pustaka

Melakukan studi literatur yang terkait dengan penelitian ini:

- a. Mempelajari pengertian penguapan, bejana pengukur penguapan kelas A dan perhitungan laju penguapan.
- b. Mempelajari prinsip kerja, jenis-jenis dan konfigurasi pin pada Mikrokontroler Arduino agar dapat disesuaikan dengan kebutuhan.
- c. Mempelajari karakteristik sensor jarak *Time-of-Flight* (ToF) VL53L3CX.
- d. Mempelajari cara kerja *Real-time Clock* (RTC), apabila dibandingkan dengan alat yang sepadan, seperti: jam digital.
- e. Mempelajari tentang modul penyimpanan *Micro SD shield* untuk *data logger*.
- f. Mempelajari cara kerja modul LCD (*Liquid Crystal Display*) berbasis I2C sebagai media monitoring hasil.

3. Pengumpulan Bahan dan Alat

Bahan-bahan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

- a. Mikrokontroler Arduino Micro, sebagai sistem pengendali yang memproses data dari sensor jarak *Time-of-Flight* (ToF) VL53L3CX, dan RTC DS3231.
- b. Sensor jarak *Time-of-Flight* (ToF) VL53L3CX, digunakan untuk mendeteksi elevasi muka air pada bejana penguapan.
- c. *Micro SD shield*, sebagai penyimpanan data elevasi, waktu dan tanggal ke kartu memori.

- d. Modul *Real-time Clock* (RTC) DS3231, untuk mengontrol ketepatan waktu, menyimpan data waktu dan menjaga waktu tersebut secara *real-time*.
- e. Modul I2C untuk mengurangi penggunaan kaki pin pada modul LCD 20X4.
- f. Modul LCD 20X4 untuk menampilkan data elevasi muka air, waktu dan tanggal.
- g. Kabel *Jumper*, untuk menghubungkan antar jalur rangkaian.
- h. Pipa akrilik sebagai tabung penenang ombak (*still well*), agar tidak mempengaruhi pengukuran elevasi muka air akibat air diluar tabung yang relatif tidak tenang.
- i. Papan *polyfoam* pada tabung penenang ombak (*still well*), digunakan sebagai media pantulan dari Sensor jarak *Time-of-Flight* (ToF) VL53L3CX ke objek *polyfoam*.

Alat yang digunakan dalam penelitian Sistem Deteksi Elevasi Muka Air Pada Bejana Penguapan di Stasiun Geofisika Kelas I Yogyakarta antara lain: Laptop / PC, *mini electric drill* (bor tangan kecil), jangka sorong digital, jam *digital*, gerinda potong, multimeter, tang buaya, tang potong, berbagai jenis obeng (*screwdrivers*), solder, atraktor.

4. Perancangan Unit

Komponen yang sudah ditentukan dan dianalisa kemudian dibuat sebuah perancangan berupa *wiring diagram*. Komponen tersebut disusun sesuai susunan pada *wiring diagram* yang telah dibuat menjadi sebuah unit.

5. Pengujian Unit

Pengujian unit pada penelitian ini untuk mengetahui kinerja tiap-tiap komponen, unit modul dan sensor. Pengujian ini meliputi:

- a. Pengujian mikrokontroler Arduino Micro, dengan cara mengupload *sketch* blink pada *example* program arduino IDE untuk mengetahui apakah board Arduino Micro berfungsi dan menerima *sketch* yang diunggah dari Arduino IDE dengan baik atau tidak.
- b. Pengujian sensor *Time-of-Flight* (ToF) VL53L3CX, dengan cara mengukur validitas jarak yang dipantulkan dari *emitter sensor* ke objek permukaan dinding, kemudian kembali ke penerima sensor.
- c. Pengujian Modul LCD 20X4, dengan cara menampilkan karakter sederhana.
- d. Pengujian Modul RTC DS3231, dengan cara mengambil data waktu sesuai dengan waktu sekarang dan berlangsung secara berulang-ulang.
- e. Pengujian *Micro SD shield*, dengan cara memberikan suatu teks ke dalam kartu memori, untuk mengetahui apakah modul mampu membaca dan menulis data ke kartu memori dengan baik atau tidak.

6. Validasi Pengujian Unit

Validasi dari pengujian unit dikatakan selesai jika unit yang diuji dapat berfungsi dengan baik, maka dapat lanjut ke tahap assembling dan apabila unit yang diuji tidak berfungsi dengan baik, maka kembali ke tahap perancangan unit untuk memperbaiki atau mengganti unit yang tidak berfungsi dengan baik. Pengujian unit dapat dikatakan baik jika:

- a. Pengujian mikrokontroller Arduino Micro dapat menerima dan memproses *sketch* dengan baik.
- b. Pengujian sensor *Time-of-Flight* (ToF) VL53L3CX, dapat mengukur validitas jarak yang dipantulkan dari *emitter sensor* ke objek permukaan dinding, kemudian kembali ke penerima sensor dapat berfungsi dengan baik dan hasilnya terbaca.
- c. Pengujian LCD 20x4, apabila LCD menampilkan karakter sesuai pilihan dengan program yang dibuat.
- d. Pengujian Modul RTC DS3231 dapat mengambil dan menjaga data waktu tersebut secara *real-time*.
- e. Pengujian *Micro SD shield* dapat mengirim dan menyimpan berbagai data ke dalam *Micro SD card*.

7. *Assembling*

Penggabungan semua bahan-bahan yang sudah di validasi, dimana Sensor *Time-of-Flight* VL53L3CX, Arduino Micro, LCD 20x4, Modul RTC DS3231 dan *Micro SD shield* yang telah berhasil diuji digabungkan menjadi kesatuan alat dengan cara pengawatan (*wiring*) menggunakan kabel *jumper* maupun dicetak pada *layout PCB*. Kemudian diberikan *sketch program* dari Arduino IDE ke dalam board Arduino Micro.

8. Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan beberapa kali untuk memastikan alat dapat bekerja dengan stabil. Pengujian sistem deteksi muka air pada bejana penguapan kelas A dilaksanakan di Taman Alat Stasiun Geofisika Kelas I Yogyakarta.

- a. Membandingkan jarak muka air yang di ukur oleh sensor jarak *Time-of-Flight* (ToF) VL53L3CX dengan alat ukur klimatologi *Hook Gauge*.
- b. Menampilkan data hasil elevasi muka air secara *realtime* di monitor LCD 20x4.
- c. Arduino Micro memproses serta memberikan hasil pengukuran ke dalam *Micro SD card*.

9. Validasi Pengujian Sistem

Setelah pengujian sistem, dilakukan validasi. Pengujian sistem dinyatakan berhasil jika sistem dapat bekerja baik, yaitu:

- a. Sensor jarak *Time-of-Flight* (ToF) VL53L3CX mampu membaca elevasi muka air secara akurat.
- b. Modul LCD 20x4 menampilkan data hasil elevasi muka air secara *realtime*.
- c. Arduino Micro dapat memproses serta memberikan hasil pengukuran ke dalam *Micro SD card*.

Jika sistem bekerja tidak stabil, maka kembali pada tahap *assembling* untuk memperbaiki kesalahan pada alat dan melakukan pengujian kembali.

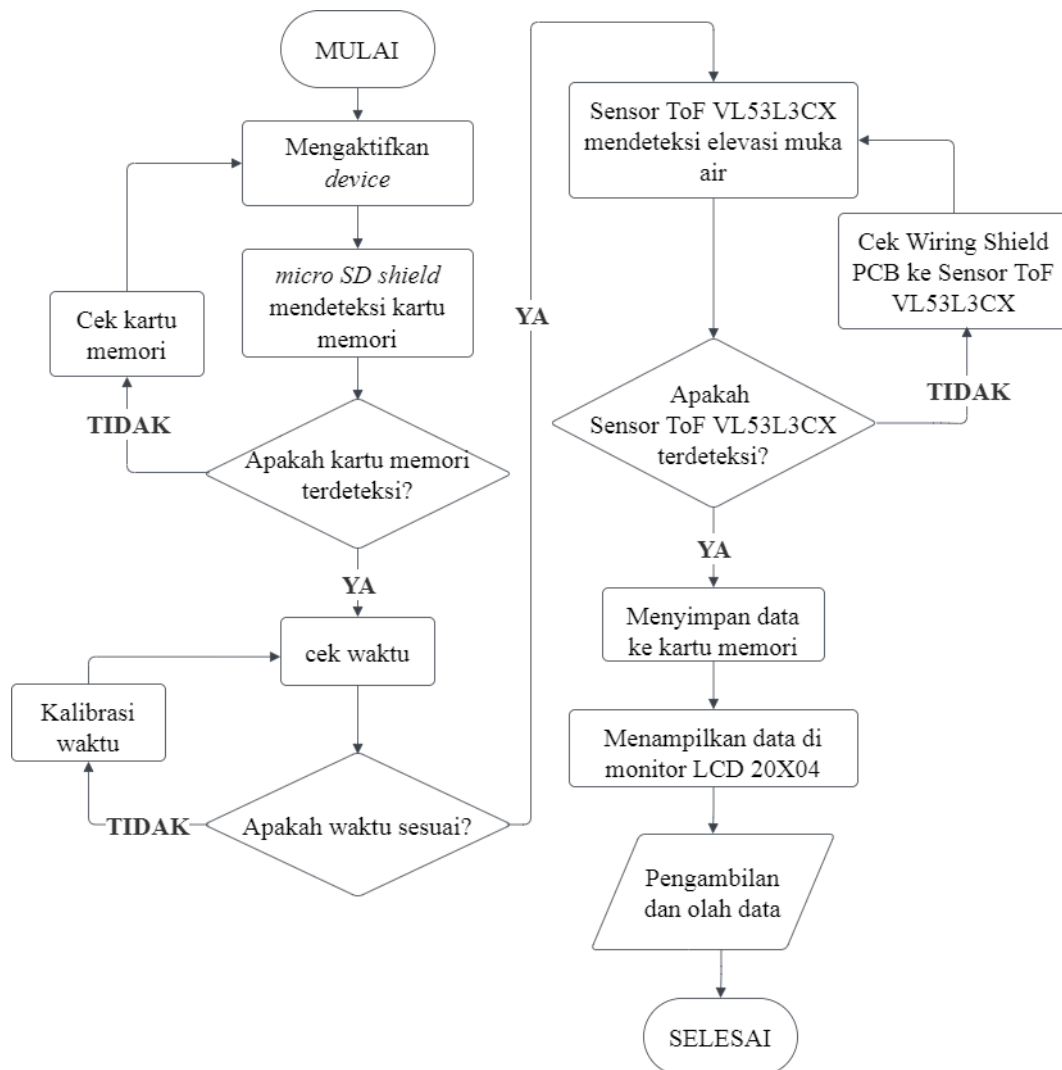
10. Pengambilan data

Data pengukuran diambil dari tampilan LCD dan kartu microSD. Data ini digunakan untuk analisis performa sensor berdasarkan error, presisi, dan akurasi.

11. Kesimpulan

Tahap terakhir dalam penelitian ini adalah membuat kesimpulan dari alat yang telah dibuat, dilihat dari proses alat bekerja, hasil data yang telah diambil, dan komponen atau unit yang telah dibuat.

3.2 Alur Kerja Sistem



Gambar 3.2 Flowchart Sistem

Gambar 3.2 menunjukkan *flowchart* sistem deteksi elevasi muka air pada bejana penguapan berbasis mikrokontroler Arduino. Proses dimulai ketika mengaktifkan *device*. Arduino akan langsung melakukan pengecekan keberadaan kartu memori (*microSD*). Jika tidak terdeteksi, sistem akan menampilkan pesan kesalahan pada LCD 20x4 “kartu memori tidak ditemukan” dan meminta pengguna untuk mengecek ulang kartu memori sebelum sistem dapat berjalan normal.

Setelah kartu memori terdeteksi, Arduino mengambil data waktu dari modul RTC DS3231 untuk ditampilkan pada LCD. RTC ini berfungsi sebagai referensi

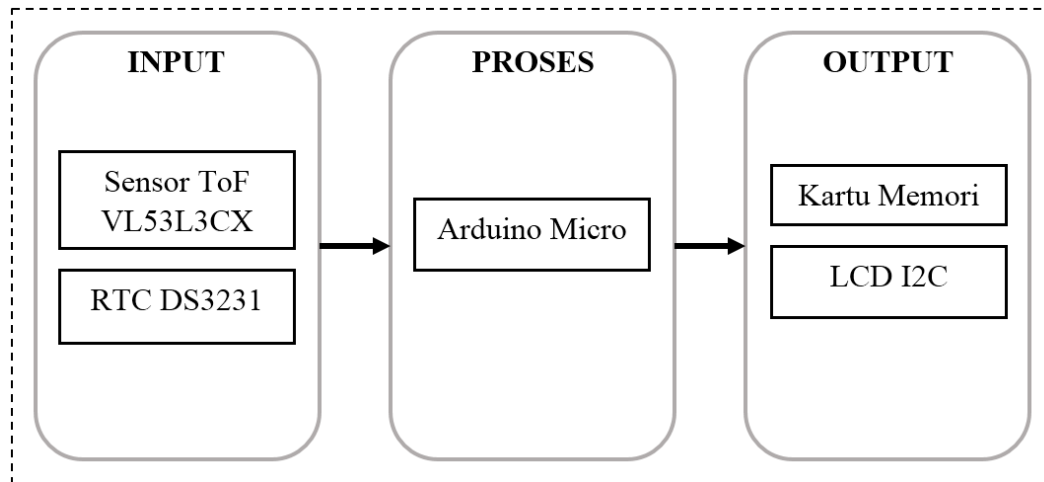
waktu pengukuran dan pengarsipan data. Jika terdapat perbedaan atau ketidaksesuaian waktu, maka perlu dilakukan kalibrasi secara manual.

Selanjutnya, sistem akan memulai proses pengukuran elevasi muka air menggunakan sensor jarak Time-of-Flight (ToF) VL53L3CX. Sensor ToF bekerja dengan memancarkan sinar inframerah ke permukaan air, lalu mengukur waktu pantulannya kembali ke penerima. Data pantulan ini dikonversi menjadi jarak (dalam satuan milimeter), lalu dikirim ke Arduino untuk diproses.

Arduino akan menampilkan hasil pengukuran elevasi secara *real-time* di LCD 20x4. Data yang sama juga dicatat ke dalam microSD card setiap satu jam sebagai cadangan. Dengan pembacaan ini, perubahan elevasi akibat penguapan dapat diketahui secara berkala.

Penghitungan laju penguapan dilakukan dengan menghitung selisih nilai elevasi awal dan akhir pada rentang waktu tertentu. Jika tersedia data curah hujan, selisih elevasi dapat disesuaikan untuk mendapatkan estimasi yang lebih akurat terhadap pengaruh penguapan terhadap volume air.

3.3 Blok Diagram Sistem



Gambar 3.3 Blok Diagram Sistem

Gambar 3.3 merupakan blok diagram dari sistem deteksi elevasi muka air berbasis mikrokontroler. Sistem ini terdiri dari tiga bagian utama, yaitu *input*, *proses*, dan *output*, yang saling terhubung dan bekerja secara berurutan.

1. *Input*

Pada bagian blok *input* terdapat sensor jarak ToF VL53L3CX berfungsi untuk mendeteksi elevasi muka air pada bejana penguapan. Selain itu, modul *Real-time-Clock* (RTC) DS3231 digunakan untuk mengontrol ketepatan waktu, menyimpan data waktu, serta menjaga waktu secara *real-time*.

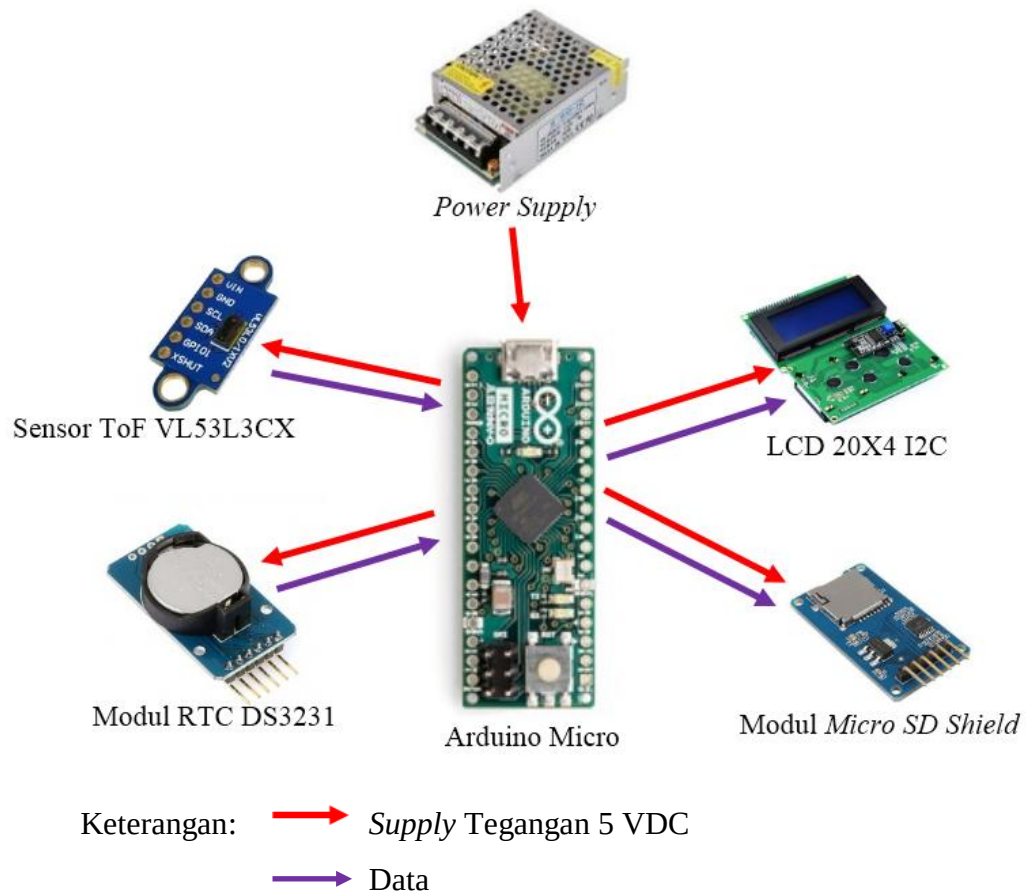
2. *Proses*

Pada bagian ini dikendalikan oleh mikrokontroler Arduino Micro, yang menerima data dari sensor dan modul RTC. Arduino memproses data elevasi muka air dan waktu secara *real-time* untuk ditampilkan dan disimpan.

3. *Output*

Didalam blok *output* terdapat LCD I2C 20x4 berfungsi untuk menampilkan data elevasi muka air, waktu dan tanggal secara *real-time*. *MicroSD card*, yang menyimpan data pengamatan sebagai arsip cadangan dan dokumentasi.

3.4 Arsitektur Sistem



Gambar 3.4 Arsitektur Sistem

Gambar 3.4 menunjukkan arsitektur sistem deteksi elevasi muka air pada bejana penguapan, yang terdiri dari beberapa unit dengan suplai tegangan dan data. Power supply menyediakan tegangan 5V DC ke papan Arduino Micro. Arduino Micro kemudian memberikan tegangan output 5V DC kepada sensor ToF VL53L3CX, modul LCD 20x4 I2C, modul RTC DS3231, dan micro SD shield.

Sensor jarak *Time-of-Flight* (ToF) VL53L3CX dan modul RTC DS3231 berfungsi sebagai input utama, mengirimkan data ke Arduino Micro. Sebagai pengendali sistem, Arduino Micro memproses data dari setiap input, menampilkan hasilnya pada LCD 20x4 I2C, serta menyimpan data ke dalam *micro SD shield*.

3.5 Bahan, Alat dan *Software* Penelitian

3.5.1 Bahan Penelitian

Bahan-bahan penelitian yang digunakan dalam membangun Sistem Deteksi Elevasi Muka Air Pada Bejana Penguapan di Stasiun Geofisika Kelas I Yogyakarta tercantum dalam Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Daftar Komponen yang Dibutuhkan

No	Nama Komponen	Jumlah
1	Mikrokontroler Arduino Micro ATmega32U4	1 buah
2	Sensor Jarak <i>Time-of-Flight</i> (ToF) VL53L3CX	1 buah
3	<i>Micro SD shield</i>	1 buah
4	Modul <i>Real-time Clock</i> (RTC) DS3231	1 buah
5	Modul LCD 20x4	1 buah
6	Modul I2C	1 buah
7	Kabel <i>jumper male to female</i>	30 buah
8	Modul <i>power supply</i> 5 Volt	1 buah
9	Akrilik lembaran	1 buah
10	Plat besi siku L	3 buah
11	PCB Polos <i>single layer</i> 20 cm X 10 cm	1 buah
12	Box hitam polos serbaguna 7 cm X 5 cm X 2,5 cm	1 buah
13	Aneka mur dan baut	secukupnya
14	Baut spacer M3	secukupnya
15	Konektor USB type-A male	1 buah
16	Konektor Micro USB male	1 buah
17	Fitting pneumatic selang Ø 8 mm dan Ø drat 1/4"	3 buah
18	Selang Ø 1/4"	2 meter
19	Pin konektor male	secukupnya
20	Pin konektor female	secukupnya

3.5.2 Alat Penelitian

Alat pendukung penelitian yang digunakan dalam membangun Sistem Deteksi Elevasi Muka Air Pada Bejana Penguapan di Stasiun Geofisika Kelas I Yogyakarta tercantum dalam Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Alat Pendukung Penelitian

No	Nama Alat
1	Laptop / PC
2	Mini <i>electric drill</i> (bor tangan kecil).
3	Jangka sorong digital
4	Jam digital
5	Gerinda potong
6	Multimeter
7	Tang buaya
8	Tang potong
9	<i>Screwdrivers</i> (macam-macam obeng)
10	Solder
11	Atraktor

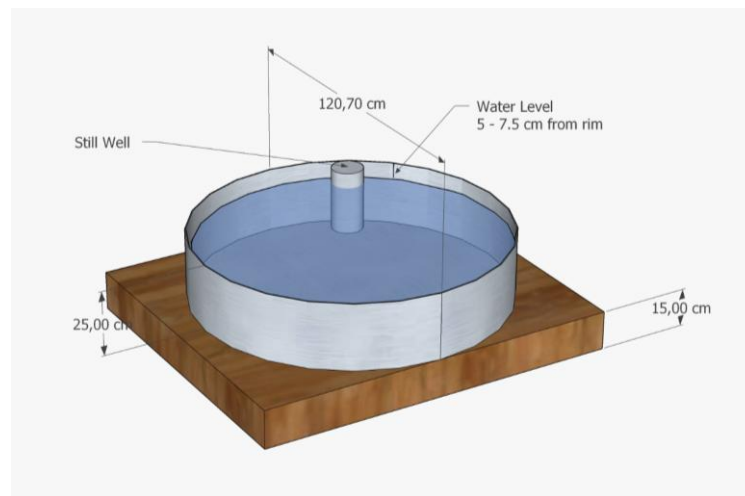
3.5.3 Software Penelitian

Software pendukung penelitian yang digunakan dalam membangun Sistem Deteksi Elevasi Muka Air Pada Bejana Penguapan di Stasiun Geofisika Kelas I Yogyakarta tercantum dalam Tabel 3.3.

Tabel 3.3 *Software* Pendukung Penelitian

No	Nama <i>Software</i>	Keterangan
1	Arduino IDE	Memprogram sketsa Papan Mikrokontroler
2	Proteus	Desain Layout PCB
3	Fritzing	Desain Skema Rangkaian
4	Sketch Up	Desain dan Visualisasi Objek 3 Dimensi

3.6 Desain Sistem



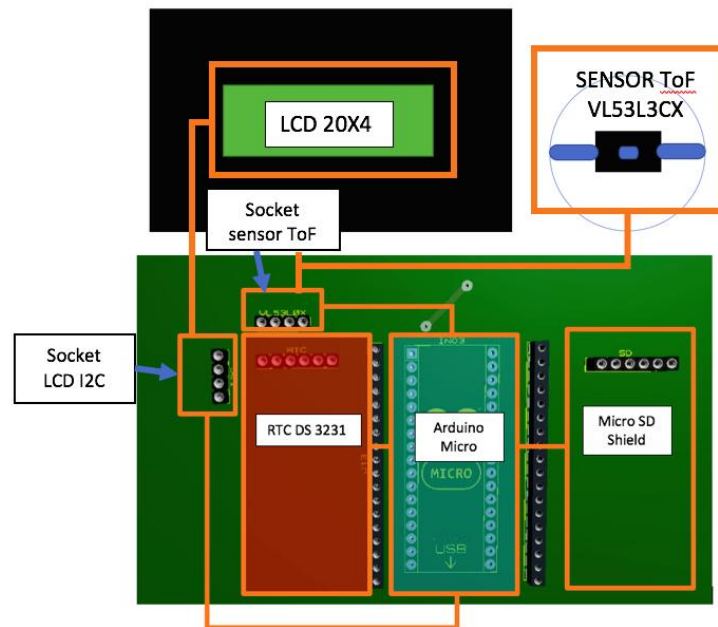
Gambar 3.5 Desain Bejana Penguapan Kelas A

Gambar 3.5 menunjukkan desain bejana penguapan kelas A. Bejana ini memiliki bentuk lingkaran dengan diameter 120,7 cm dan kedalaman 25 cm, serta dibuat dari besi galvanis atau logam monel dengan ketebalan 0,8 mm. Bejana penguapan dipasang pada rangka kayu terbuka setinggi 15 cm untuk memastikan sirkulasi udara yang optimal di bawahnya.

Desain *Still Well* akan dibuat dari lembaran akrilik dengan bentuk dasar tabung. Perhitungan sudut miring sensor akan menggunakan rumus Aturan Sinus, sebagaimana ditunjukkan pada Persamaan 2.10, untuk menentukan sudut sensor dari jarak tertentu ke dasar bejana. Dengan mempertimbangkan *Field-of-View* (FOV) sensor ToF sebesar 25° , perhitungan ini bertujuan agar pantulan sensor tidak mengenai dinding *Still Well* saat pengukuran elevasi muka air. Selain itu, rumus dasar Pythagoras, sebagaimana ditunjukkan pada Persamaan 2.11, digunakan untuk menentukan tinggi sensor sebagai titik referensi dalam mengukur posisi air di dalam tabung penenang dari landasan bejana.

Gambar 3.6 menunjukkan desain rangkaian sistem yang akan dibuat. Desain sistem pengukuran penguapan terdiri dari beberapa komponen utama, antara lain

mikrokontroler Arduino Micro, RTC DS3231, dan micro SD Shield terintegrasi dalam satu papan PCB Shield Sementara itu, LCD I2C dan sensor ToF dihubungkan ke soket menggunakan kabel jumper.



Gambar 3.6 Desain Rangkaian Sistem Deteksi Elevasi Muka Air

Sensor VL53L3CX dipasang tegak lurus menghadap ke bawah di bagian atas tabung penenang, dengan jarak vertikal tertentu dari dasar tabung (sekitar 300 mm). Sensor ini akan membaca jarak antara posisi sensor dan permukaan air, bukan tinggi air secara langsung. Oleh karena itu, diperlukan interpretasi logis untuk mengubah hasil pengukuran jarak menjadi nilai tinggi muka air. Interpretasi ini dilakukan menggunakan persamaan 3.1 sebagai berikut:

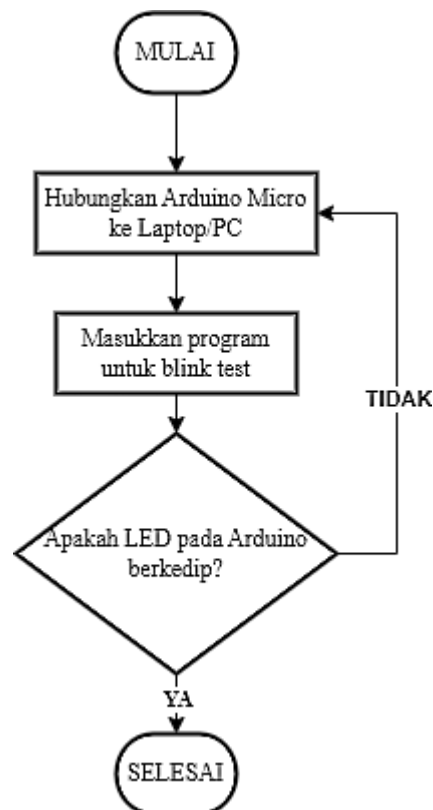
$$\text{Tinggi Muka Air} = \text{Tinggi Sensor ke Dasar} - \text{Jarak Sensor ke Air} \quad (3.1)$$

Persamaan 3.1 memastikan bahwa semakin tinggi permukaan air, semakin kecil nilai jarak yang dibaca sensor, dan sebaliknya. Proses konversi ini diperlukan agar data pengukuran sensor ToF dapat diinterpretasikan secara benar sebagai

elevasi muka air, dan menjadi dasar penghitungan laju penguapan dalam penelitian ini.

3.7 Flowchart Pengujian Unit

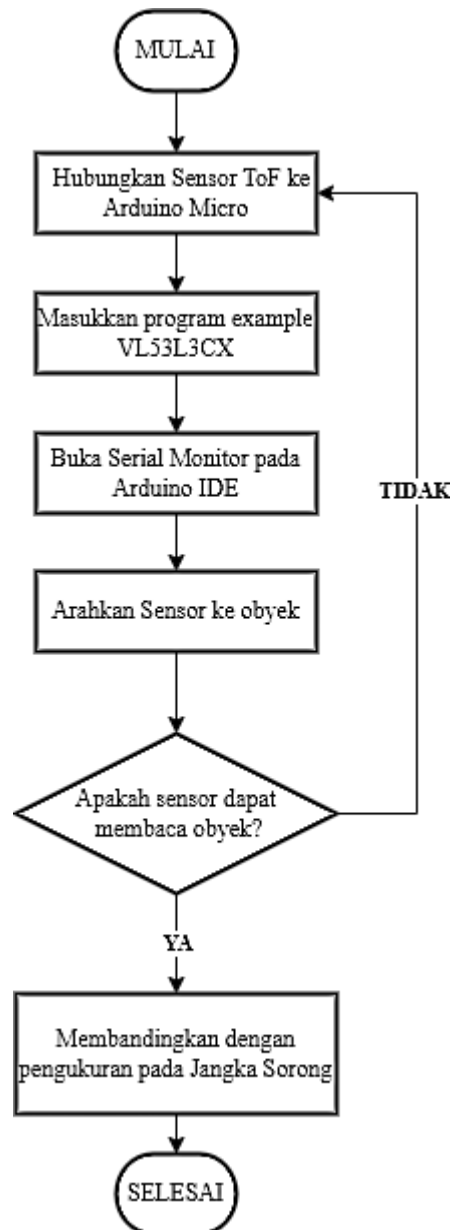
3.7.1 Arduino Micro



Gambar 3.7 Flowchart Pengujian Arduino Micro

Gambar 3.7 menunjukkan *flowchart* pengujian Arduino Micro. Pengujian dilakukan dengan menghubungkan Arduino ke laptop/PC dan mengunggah program dasar (*blink test*) melalui Arduino IDE. Jika LED pada board berkedip, maka Arduino Micro dinyatakan berfungsi dan dapat menerima program. Jika tidak, maka kemungkinan board mengalami kerusakan dan perlu diganti atau dikonfigurasi ulang.

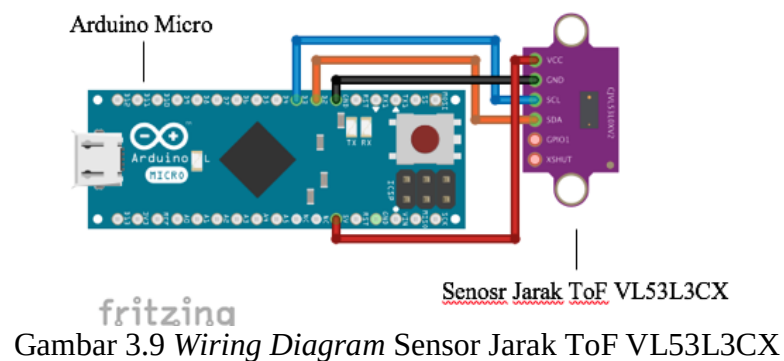
3.7.2 Sensor *Time-of-Flight* (ToF) VL53L3CX



Gambar 3.8 Flowchart Pengujian Sensor ToF VL53L3CX

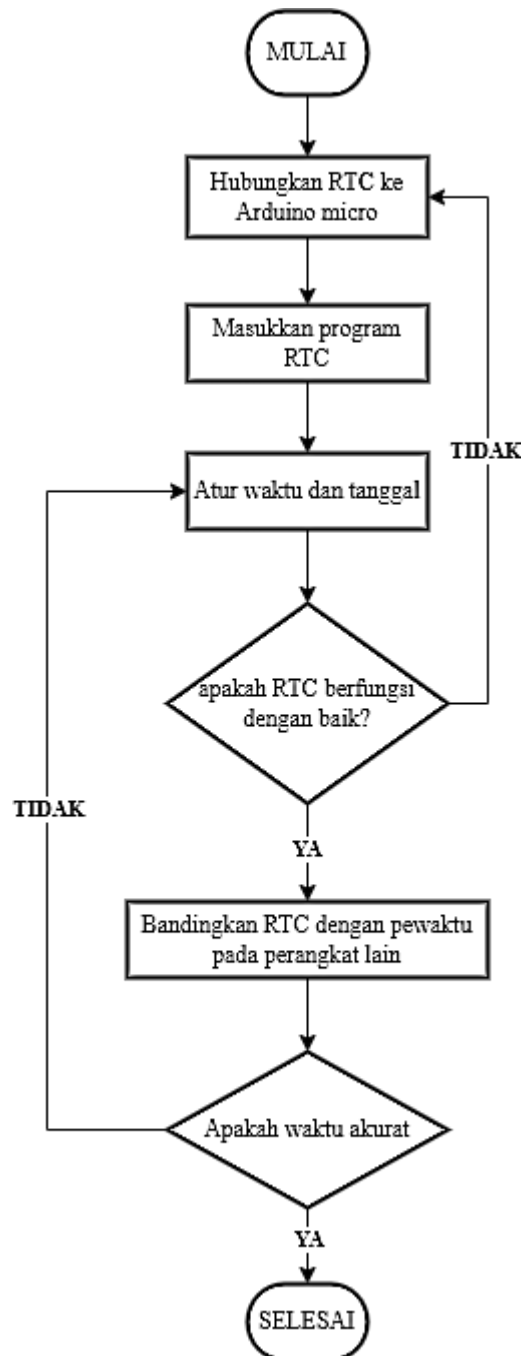
Gambar 3.8 dijelaskan tahapan pengujian sensor jarak *Time-of-Flight* (ToF) VL53L3CX, terutama melakukan pengujian jarak pantulan dan efisiensi *error* yang dihasilkan oleh objektivitas berupa permukaan dinding dengan warna putih, abu-abu dan hitam. Tahapan pengujian sensor jarak dengan cara menghubungkan sensor ToF dengan Arduino Micro, kemudian mengupload program VL53L1X pada *example program* di Arduino IDE ke Papan Arduino Micro yang terhubung sensor

ToF VL53L3CX. Buka *Serial monitor* pada Arduino IDE yang akan menunjukkan data hasil pengukuran Sensor *Time-of-Flight* (ToF) VL53L3CX. Pengujian Sensor ToF berfungsi dengan baik, jika dari *emitter sensor* ke target dan kemudian kembali ke penerima sensor dapat membaca objek. Apabila unit yang diuji tidak berfungsi dengan baik, maka kembali ke tahap perancangan sensor untuk memperbaiki atau mengganti unit dengan yang baik. Untuk mengetahui kebenaran pengukuran jarak ke objek dalam satuan millimeter dilakukan perbandingan sensor *Time-of-Flight* (ToF) VL53L3CX dengan jangka sorong digital selama 1 menit dan pengambilan data per-5 detik, dengan skala utama 10.0mm -- 150.0mm.



Gambar 3.9 merupakan *Wiring Diagram* Sensor jarak ToF VL53L3CX. Terdapat 4 pin konfigurasi sensor jarak ToF VL53L3CX yang dihubungkan ke Arduino Micro. Pin VCC pada sensor ToF dihubungkan ke pin 5v pada Arduino Micro. Pin GND pada sensor ToF dihubungkan ke pin GND pada Arduino Micro. Pin SCL pada sensor ToF dihubungkan ke pin D3/SCL pada Arduino Micro. Pin SDA pada sensor ToF dihubungkan ke pin D2/SDA pada Arduino Micro.

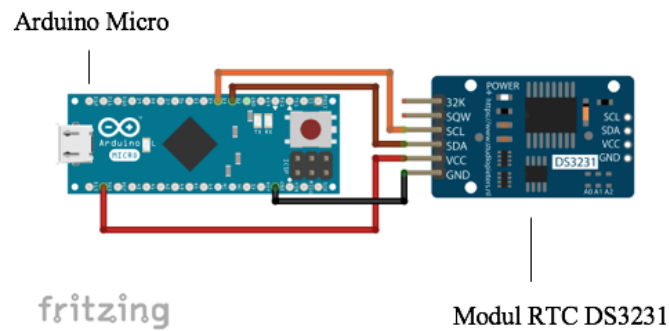
3.7.3 Real-time Clock (RTC) DS3231



Gambar 3.10 Flowchart Pengujian Modul RTC DS3231

Gambar 3.10 adalah tahapan pengujian Modul RTC DS3231, dengan cara menghubungkan RTC DS3231 ke Arduino Micro menggunakan kabel *jumper*, lalu masukkan program RTC ke Papan Arduino Micro. Selanjutnya mengatur waktu dan tanggal *data logger* mengambil data waktu secara *real-time*. Pengambilan data

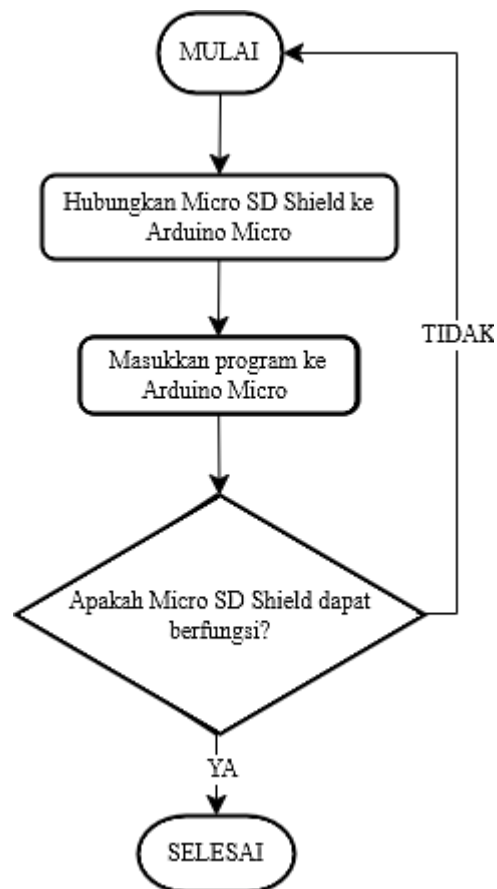
waktu harus sesuai dengan waktu sekarang dan berlangsung secara berulang-ulang. Bandingkan waktu pada modul RTC DS3231 dengan pewaktu yang ada. Pengujian Modul RTC DS3231 selesai jika dapat menyimpan dan menjaga waktu tersebut secara *real-time* dan akurat.



Gambar 3.11 Skema Rangkaian Modul RTC DS3231

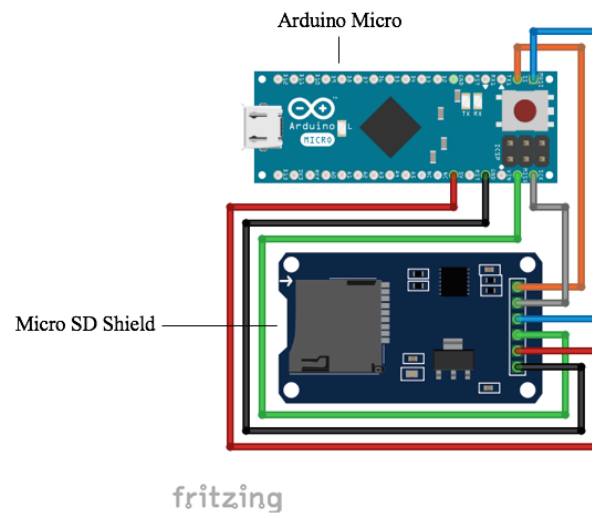
Gambar 3.11 merupakan *Wiring Diagram* Modul RTC DS3231. Terdapat 4 pin konfigurasi modul RTC DS3231 yang dihubungkan ke Arduino Micro, yaitu. Pin VCC pada RTC DS2321 dihubungkan ke pin 5v pada Arduino Micro. Pin GND pada RTC DS2321 dihubungkan ke pin GND pada Arduino Micro. Pin SDA pada RTC DS2321 dihubungkan ke pin D2/SDA pada Arduino Micro. Pin SCL pada RTC DS2321 dihubungkan ke pin D3/SCL pada Arduino Micro.

3.7.4 *Micro SD shield*



Gambar 3.12 *Flowchart Pengujian Micro SD shield*

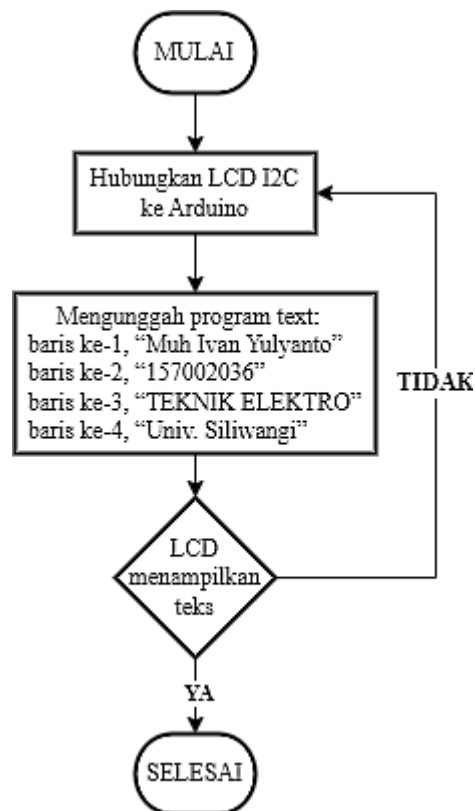
Gambar 3.12 tahapan pengujian *Micro SD shield*, dengan cara mengupload *library SD Card test* ke Papan Arduino Micro yang sudah terhubung *Micro SD* sesuai skema sesuai pada Gambar 3.13. *Serial monitor* akan menunjukkan data hasil pengujian, apakah modul berfungsi dengan baik. Pengujian *Micro SD shield* dikatakan selesai apabila unit yang diuji dapat membaca, menulis, dan menyimpan berbagai data ke dalam *Micro SD card*. Apabila unit yang diuji tidak berfungsi dengan baik, maka kembali ke tahap perancangan unit untuk memperbaiki atau mengganti unit yang tidak berfungsi.



Gambar 3.13 *Wiring Diagram Micro SD shield*

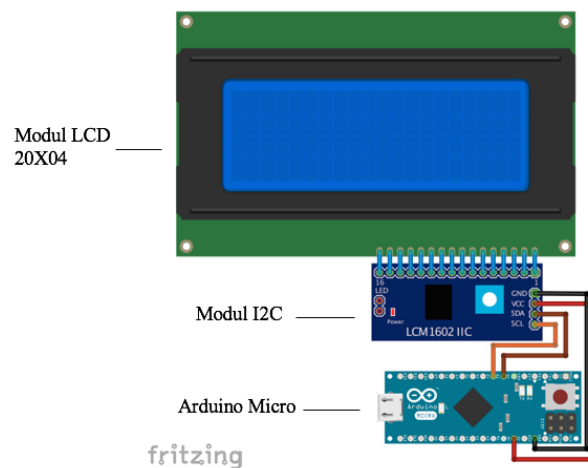
Gambar 3.13 merupakan *Wiring Diagram Micro SD shield*. Terdapat 6 pin konfigurasi *Micro SD shield* yang dihubungkan ke Arduino Micro. Pin CS pada Micro SD Shield dihubungkan ke pin SS pada Arduino Micro. Pin SCK pada Micro SD Shield dihubungkan ke pin SCK pada Arduino Micro. Pin MOSI pada Micro SD Shield dihubungkan ke pin MOSI pada Arduino Micro. Pin MISO pada Micro SD Shield dihubungkan ke pin MISO pada Arduino Micro. Pin VCC pada Micro SD Shield dihubungkan ke pin 5v pada Arduino Micro. Pin GND pada Micro SD Shield dihubungkan ke pin GND pada Arduino Micro.

3.7.5 Modul LCD I2C



Gambar 3.14 *Flowchart* Pengujian Modul LCD I2C

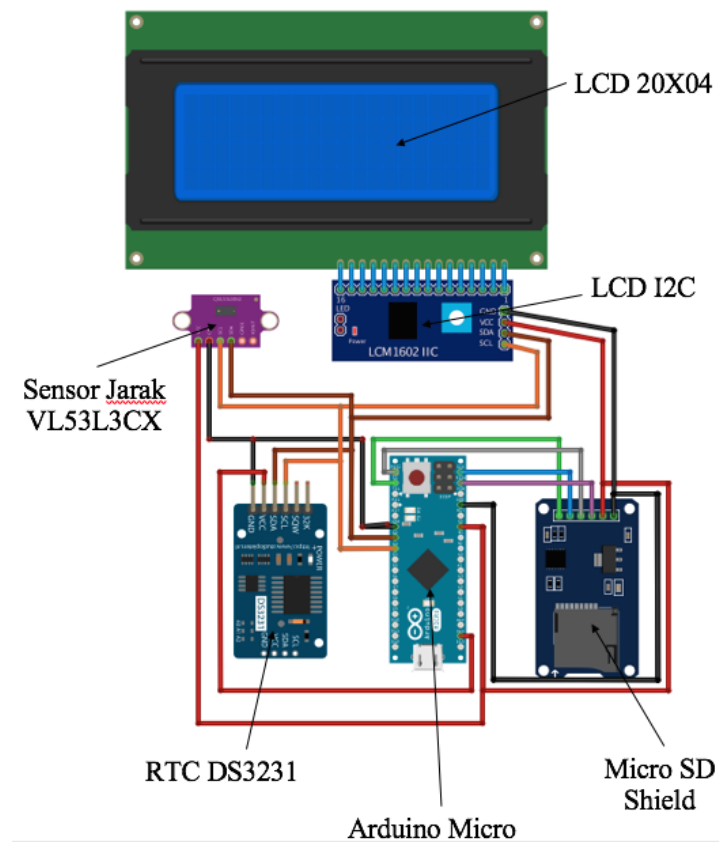
Gambar 3.14 adalah tahapan pengujian modul LCD berbasis I2C agar dapat menampilkan teks. Pengujian pada lcd dilakukan dengan mengunggah program yang nantinya akan memunculkan teks dengan tulisan “Muh Ivan Yulyanto” pada baris pertama, “157002036” pada baris kedua, “TEKNIK ELEKTRO” pada baris ketiga, “Univ. Siliwangi” pada baris keempat. Jika menampilkan teks maka lcd tersebut dapat digunakan, apabila teks tersebut tidak muncul pada LCD maka periksa wiring apakah ada yang salah, apabila masih tidak bisa maka mengganti unit LCD yang berfungsi dengan baik.



Gambar 3.15 Skema Rangkaian Modul LCD 20X4 dengan I2C

Gambar 3.15 merupakan *Wiring Diagram* modul LCD 20X4 yang terhubung dengan modul I2C. Dengan modul I2C pin yang digunakan menjadi lebih sedikit dari 16 pin menjadi 4 pin saja, sehingga dapat menghemat pin pada Arduino Micro. Terdapat 4 pin konfigurasi modul LCD 20X4 dengan I2C yang dihubungkan ke Arduino Micro. Pin VCC pada I2C LCD dihubungkan ke pin 5v pada Arduino Micro. Pin GND pada I2C LCD dihubungkan ke pin GND pada Arduino Micro. Pin SDA pada I2C LCD dihubungkan ke pin D2/SDA pada Arduino Micro. Pin SCL pada I2C LCD dihubungkan ke pin D3/SCL pada Arduino Micro.

3.8 Perancangan Wiring Sistem



Gambar 3.16 Skematik Rangkaian Sistem

Gambar 3.16 adalah skematik rangkaian sistem untuk pengujian Perancangan Sistem Deteksi Elevasi Muka Air Pada Bejana Penguapan di Stasiun Geofisika Kelas I Yogyakarta, yang merupakan gabungan dari Arduino Micro, Micro SD Shield, RTC DS3231, Sensor Jarak VL53L3CX, LCD 20X4 dan I2C. Konfigurasi Pin dari Arduino Micro dapat dilihat pada Tabel 3.4 untuk sensor ToF, Tabel 3.5 untuk micro SD Shield, Tabel 3.6 untuk modul RTC DS3231, dan Tabel 3.7 untuk I2C LCD 20X4.

Tabel 3.4 Konfigurasi Pin Arduino dengan Sensor ToF

Sensor ToF	Arduino Micro
VCC	5V
GND	GND
SCL	D3/SCL
SDA	D2/SDA

Tabel 3.5 Konfigurasi Pin Arduino dengan Micro SD Shield

Micro SD Shield	Arduino Micro
CS	SS
SCK	SCK
MOSI	MOSI
MISO	MISO
VCC	5V
GND	GND

Tabel 3.6 Konfigurasi Pin Arduino dengan RTC DS3231

Modul RTC DS3231	Arduino Micro
VCC	5V
GND	GND
SDA	D2/SDA
SCL	D3/SCL

Tabel 3.7 Konfigurasi Pin Arduino dengan I2C LCD

I2C LCD	Arduino Micro
VCC	5V
GND	GND
SDA	D2/SDA
SCL	D3/SCL

3.9 Metode Pengujian Sistem

Metode pengujian sistem deteksi elevasi muka air pada bejana penguapan berbasis mikrokontroler di Stasiun Geofisika Kelas I Yogyakarta dilakukan untuk mengetahui kinerja dari keseluruhan sistem. Pengujian mencakup evaluasi kinerja sensor jarak ToF VL53L3CX dalam mendeteksi elevasi muka air, serta pengaruh permukaan objek yang memantulkan cahaya inframerah. Baik permukaan air langsung maupun dinding bejana dengan variasi warna, terhadap hasil pengukuran.

Selain itu, pengujian juga bertujuan untuk mengevaluasi besarnya galat (*error*), ketepatan (akurasi), dan kestabilan (presisi) hasil pengukuran yang dihasilkan sensor ToF VL53L3CX pada berbagai kondisi, serta untuk menguji efisiensi sistem dalam meminimalkan *error* selama proses pengambilan data. Pengujian ini juga ditujukan untuk memastikan bahwa data pengukuran dapat

ditampilkan secara tepat pada LCD 20x4 dan disimpan dengan baik pada *Micro SD card*, sehingga dapat diakses untuk keperluan analisis lanjutan.

Pengujian diawali dengan menyiapkan alat dan bahan, termasuk sistem deteksi yang telah dirakit dan *Hook Gauge* sebagai alat pembanding. Sensor ToF diposisikan dengan cermat di atas bejana untuk mengukur elevasi muka air dalam kondisi tanpa gangguan, dan pengukuran dilakukan pada berbagai tingkat elevasi permukaan air. Kondisi pengukuran dijaga stabil dan bebas dari gangguan eksternal seperti angin atau cipratan air. Hasil pengukuran dari sensor kemudian dibandingkan dengan hasil dari *Hook Gauge* untuk mengetahui akurasi sistem.

Pengujian dilakukan dengan dua metode. Pertama, pengukuran langsung terhadap permukaan air tanpa dinding bejana di sekitar sensor, untuk memperoleh hasil ideal tanpa pantulan tambahan. Kedua, pengukuran menggunakan dinding bejana dengan permukaan terang (putih dan abu-abu) dan gelap (hitam), untuk menilai sensitivitas dan stabilitas pembacaan sensor pada kondisi reflektif berbeda. Data dari setiap cara yang diuji untuk mengevaluasi bagaimana warna dan material memengaruhi performa sensor.

Rentang pengujian sistem diperluas hingga 300 mm, sedangkan pada pengujian unit sensor sebelumnya hanya sampai 150 mm. Penambahan ini dilakukan agar pengujian lebih mencerminkan kondisi sebenarnya di lapangan, di mana fluktuasi elevasi muka air dalam bejana penguapan bisa mencapai atau melebihi 300 mm. Selain itu, hal ini juga untuk menilai konsistensi pembacaan sensor pada rentang yang lebih panjang.

Sensor dianggap berhasil jika menghasilkan pengukuran dengan error di bawah 10%. Sistem juga diharapkan menunjukkan akurasi minimal sebesar 90

persen dibandingkan alat referensi. Di samping itu, hasil pengukuran dianggap memenuhi standar presisi apabila nilai koefisien variasi (CV) (%) berada di bawah 5 persen, yang menunjukkan kestabilan pengukuran dalam berbagai kondisi. Apabila indikator-indikator tersebut terpenuhi, maka sistem dinyatakan layak digunakan untuk mendeteksi elevasi muka air pada bejana penguapan secara otomatis dan berkelanjutan.