



Perancangan Lemari Pintar untuk Menyimpan Bawang Merah Berbasis Arduino Uno R3 untuk Menjaga Kualitas dan Kesegaran Bawang Merah

Jaelani Jaelani^{1*}, Sudarmono Sudarmono², Moh. Taji Sultoni³

¹⁻³ Universitas Muhammadiyah Tegal, Indonesia

Email: jaelani.stmt@gmail.com*

Abstract, Technology is now increasingly advanced and developing rapidly. Almost every aspect of human life is now assisted by technology, especially computerized technology. This technology has penetrated almost all aspects of life and significantly increased efficiency in completing work. With the existence of computerized technology, many processes that were previously time-consuming and labor-intensive can now be done more quickly, easily, and efficiently. One example of the application of technology in everyday life is the design of a smart cupboard for storing shallots. This smart cupboard is designed to help shallot farmers and sellers store their agricultural products more efficiently. The working system of this tool is similar to the method of storing shallots in traditional huts, but with more sophisticated technology. This smart cupboard can regulate temperature and humidity automatically, which is very important to maintain the quality of shallots. The optimal temperature for storing shallots is between 25° - 30° C, with air humidity around 50% - 60%. If the temperature or humidity in the cupboard does not match the desired conditions, the system will automatically activate the lights and fans to return the temperature and humidity to the desired level. With this automated control system, shallots can be kept fresh for longer, reducing the damage that typically occurs to shallots due to unstable temperature or humidity. The advantage of this smart cabinet is that it can maintain the quality of shallots for a long time, even when stored in large quantities. This greatly assists farmers and traders in reducing losses due to perishable shallots and increasing the efficiency of shallot storage and distribution.

Keywords: Humidity, Smart Cabinet, Technology, Temperature, traditional hut

Abstrak, Teknologi sekarang ini semakin maju dan berkembang pesat. Hampir setiap aspek kehidupan manusia kini dibantu oleh teknologi, terutama teknologi yang terkomputerisasi. Teknologi ini telah merambah hampir semua lini kehidupan dan secara signifikan meningkatkan efisiensi dalam menyelesaikan pekerjaan. Dengan adanya teknologi yang terkomputerisasi, banyak proses yang sebelumnya memakan waktu dan tenaga kini dapat dilakukan dengan lebih cepat, mudah, dan efisien. Salah satu contoh aplikasi teknologi dalam kehidupan sehari-hari adalah perancangan lemari pintar untuk menyimpan bawang merah. Lemari pintar ini dirancang untuk membantu para petani dan penjual bawang merah dalam menyimpan hasil pertanian mereka dengan lebih efisien. Sistem kerja alat ini mirip dengan metode penyimpanan bawang merah di dalam gubuk tradisional, namun dengan teknologi yang lebih canggih. Lemari pintar ini dapat mengatur suhu dan kelembaban secara otomatis, yang sangat penting untuk menjaga kualitas bawang merah. Suhu optimal untuk menyimpan bawang merah adalah antara 25° - 30° C, dengan kelembaban udara sekitar 50% - 60%. Jika suhu atau kelembaban di dalam lemari tidak sesuai dengan kondisi yang diinginkan, sistem otomatis akan mengaktifkan lampu dan kipas untuk mengembalikan suhu dan kelembaban ke tingkat yang diinginkan. Dengan adanya sistem pengaturan otomatis ini, bawang merah dapat disimpan dalam kondisi yang segar lebih lama, mengurangi kerusakan yang biasanya terjadi pada bawang merah akibat suhu atau kelembaban yang tidak stabil. Keunggulan dari lemari pintar ini adalah mampu menjaga kualitas bawang merah dalam waktu yang cukup lama, bahkan saat disimpan dalam jumlah banyak. Ini sangat membantu para petani dan pedagang dalam mengurangi kerugian akibat bawang yang cepat rusak, serta meningkatkan efisiensi penyimpanan dan distribusi bawang merah.

Kata Kunci: gubuk tradisional, Kelembaban, Lemari Pintar, Suhu, Teknologi

1. PENDAHULUAN

Pesatnya perkembangan teknologi telah membawa perubahan di berbagai bidang khususnya bidang perdagangan. Tren otomatisasi menggunakan sensor, pertukaran data terkini, *Cloud Computing*, *Internet of things* (IoT), dan *Artificial Intelligence* (AI) merupakan

komposisi yang menjadi tumpuan industri 4.0 yang tidak hanya mengubah peradaban industri tetapi juga mengubah peradaban gaya hidup manusia, kemajuan teknologi membuat semua sektor berevolusi ke arah digital, tak terkecuali sektor pertanian dan perdagangan. Komoditas *hortikultura* merupakan salah satu komoditas pertanian dan perdagangan yang memiliki nilai ekonomis tinggi serta memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai usaha di bidang agribisnis. Komoditas *hortikultura* terdiri dari buah-buahan, sayuran, tanaman hias dan tanaman obat. Salah satu produk *hortikultura* dari komoditas sayuran adalah bawang merah. Tanaman bawang merah di Indonesia, telah lama diusahakan oleh petani sebagai usaha tani komersial. Tingkat permintaan bawang merah yang tinggi menjadikan komoditas ini sangat menguntungkan untuk diusahakan.

Otomatisasi industri di sektor pertanian dan perdagangan ini bisa menjadi sebuah terobosan yang bermanfaat terutama pada era perkembangan industri saat ini. Pada zaman ini perkembangan teknologi juga sudah mendukung untuk penerapan otomatisasi industri pada sektor pertanian. Banyak manfaat yang bisa didapatkan dengan penerapan otomatisasi industri di sektor pertanian ini, terutama untuk penghematan biaya yang dikeluarkan, kualitas hasil pertanian yang meningkat dan terjamin, menghemat tenaga serta waktu, produktivitas pertanian meningkat, terhindar dari resiko gagal panen pedagang mampu menyimpan bawang merah dan dalam keadaan yang masih segar.

Kondisi lingkungan penyimpanan bawang merah dapat memiliki dampak signifikan pada kesegaran dan daya simpannya. Variasi suhu dan kelembaban dapat mempercepat degradasi kualitas bawang merah, yang pada gilirannya dapat mempengaruhi stabilitas harga di pasar. Bawang merah sangat rentan terhadap cuaca terlebih ketika terkena air hujan maka akan terjadi pembusukan pada bawang merah. Berdasarkan latar belakang di atas maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana merancang dan membuat module lemari pintar untuk menyimpan bawang merah berbasis Arduino Uno R3”.

2. LANDASAN TEORI

Bawang Merah

Bawang merah atau Brambang (*Allium ascalonicum* L.) adalah nama tanaman dari *familia Alliaceae* dan nama dari umbi yang dihasilkan. Umbi dari tanaman bawang merah merupakan bahan utama untuk bumbu dasar masakan Indonesia. Bawang merah adalah tanaman semusim dan memiliki umbi yang berlapis. Tanaman mempunyai akar serabut, dengan daun berbentuk silinder berongga. Umbi terbentuk dari pangkal daun yang bersatu dan membentuk batang yang berubah bentuk dan fungsi, membesar dan membentuk umbi berlapis.

Umbi bawang merah terbentuk dari lapisan- lapisan daun yang membesar dan bersatu. Umbi bawang merah bukan merupakan umbi sejati seperti kentang atau talas .

Bawang Merah harus disimpan di tempat dengan kondisi lingkungan spesifik, di samping itu perlakuan bawang merah juga mempengaruhi kualitas bawang. Umbi bawang merah dikatakan cukup baik apabila pada waktu panen umbi cukup tua, tidak terluka dan cukup kering. Penyimpanan tradisional dilakukan dengan kondisi ruang penyimpanan pada temperatur antara 25-30 C, Kelembaban 60-70 % dan sirkulasi udara yang cukup baik. Penyimpanan tradisional ini dapat mempertahankan kondisi bawang selama 6 bulan dengan kondisi bawang dengan kehilangan berat sekitar 25% .

Kelembaban Relatif (RH) didefinisikan sebagai perbandingan dari jumlah kandungan uap air di udara dengan jumlah kandungan uap air jenuh/maksimum pada temperatur yang dinyatakan sama, dalam persen, RH dalam ruang penyimpanan berhubungan langsung dengan daya tahan kualitas bahan yang disimpan. Kelembaban yang rendah mengakibatkan pelayuan atau pengkeriputan pada bawang dan kelembaban yang tinggi dapat merangsang proses pembusukan terutama jika terjadi perubahan atau variasi temperatur dalam ruangan .

Arduino Uno R3

Arduino Uno adalah sebuah *board* yang menggunakan *mikrokontroler* ATmega328. Arduino Uno memiliki 14 pin digital (6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah 16 MHz osilator kristal, sebuah koneksi USB, konektor sumber tegangan, sebuah *header* ICSP, dan sebuah tombol *reset* 9. Arduino Uno memuat segala hal yang dibutuhkan untuk mendukung sebuah mikrokontroler. Hanya dengan menghubungkannya ke sebuah komputer melalui USB atau memberikan tegangan DC dari baterai atau adaptor AC ke DC sudah dapat membuatnya bekerja. Arduino Uno menggunakan Atmega328 yang diprogram sebagai *USB to serial converter* untuk komunikasi serial ke komputer melalui *port* USB. "Uno" berarti satu di Italia dan diberi nama untuk menandai peluncuran Arduino 1.0. Versi 1.0 menjadi versi referensi Arduino ke depannya (Heri Susanto, R. Pramana, M. Mujahidin, 2020). Adapun data teknis *board* Arduino UNO R3 adalah sebagai berikut: (1) Mikrokontroler : ATmega328, (2) Tegangan Operasi : 5V, (3) Tegangan masukan (recommended) : 7 - 12 V, (3) Tegangan masukan (limit) : 6-20 V, (4) Pin digital I/O : 14 (6 di antaranya pin PWM), (5) Pin Analog input : 6, (6) Arus DC per pin I/O : 40 mA, (7) Arus DC untuk pin 3.3 V : 150 mA, (8) *Flash Memory* : 32 KB dengan 0.5 KB digunakan untuk *bootloader*, (9) EEPROM : 1 KB Kecepatan Pewaktuan : 16 Mhz.

Pin Masukan dan Keluaran Arduino Uno

Masing-masing dari 14 pin digital arduino uno dapat digunakan sebagai masukan atau keluaran menggunakan fungsi *pinMode()*, *digitalWrite()* dan *digitalRead()*. Setiap pin beroperasi pada tegangan 5 volt. Setiap pin mampu menerima atau menghasilkan arus maksimum sebesar 40 mA dan memiliki 10 resistor *pull-up* internal (diputus secara *default*) sebesar 20-30 Kohm [4].



Gambar 1. Bagian - Bagian Arduino

Berdasarkan gambar.3 fungsi pin masukan dan keluaran dijelaskan sebagai berikut :

No	Nama Bagian	Fungsi
1.	Power USB	Menghubungkan papan arduino dengan koneksi USB, sebagai <i>supply</i> listrik ke papan atau untuk pemrograman <i>mikrokontroller</i>
2.	Power jack sebagai <i>supply</i> atau sumber listrik	Arduino dengan tipe <i>jack</i> . Input DS 5 – 12 V
3.	Voltage regulator IC	Menstabilkan tegangan eksternal dari <i>power jack</i> menuju 5V, tegangan aman papan arduino
4.	Crystal Oscillator kristal	Sebagai layaknya detak jantung pada arduino, jumlah cetak menunjukkan 16000 atau 16000 kHz, atau 16 MHz. Ini digunakan sebagai <i>timer</i> atau penghitung
5.	Pin Reset	digunakan untuk mengulang program arduino dari awal. Cara pertama dengan menekan tombol <i>reset</i> (no 17) di papan arduino sebanyak 3x secara cepat. Cara kedua dengan menghubungkan pin <i>reset</i> dengan GND secara singkat
6.	Pin 3.3V	Sumber tegangan keluaran 3.3V
7.	Pin 5V –	Sumber tegangan keluaran 5V

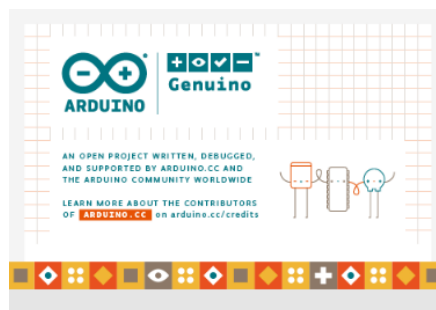
8.	GND – <i>Ground</i> atau pin negatif	Dalam sirkuit elektronik, akhir dari setiap jalur arus listrik
9.	Vin – pin	Memasok listrik dari luar ke papan arduino sekitar 5V.
10.	Analog pins, papan arduino UNO memiliki enam pin analog A0 sampai A5	Membaca sinyal atau analog seperti sensor jarak, suhu, dsb, serta mengubahnya menjadi nilai digital
11.	IC Mikrokontroller	IC atau <i>Integrated circuit</i> , alias otak dari papan arduino. IC ini yang diprogram oleh papan arduino untuk mengatur pin digital (15) dan pin analog (10).
12.	ICSP (<i>In Circuit Serial Programming</i>)	Memprogram sebuah mikrokontroller seperti AtMega328 menggunakan jalur USB AtMega16U2. ICSP sendiri menggunakan jalur SPI untuk transfer data. Dalam arduino terdapat 6 pin, MOSI, MISO, SCK, RESET, VCC, dan GND
13.	LED <i>power indicator</i>	Lampu ini akan menyala dan menandakan papan Arduino mendapat <i>supply</i> listrik dengan baik. Jika tidak menyala berarti ada sesuatu yang salah dengan <i>supply</i> listrik atau papan arduinonya
14.	LED TX dan RX , TX (<i>transmit</i>) dan RX (<i>receive</i>)	Dua LED tersebut akan berkedip saat pemrograman IC atau papan arduino berlangsung.
15.	Digital pins I/O , papan arduino UNO memiliki 14 digital pin	Memberikan nilai logika (0 atau 1). Pin komunikasi serial : pin 0 (RX) dan pin 1 (TX), digunakan untuk menerima (RX) dan mengirim (TX) data secara serial. <i>External Interrupt</i> : Pin 2 dan 3 dapat dikonfigurasi untuk memicu interrupt pada nilai yang rendah <i>low value</i> , <i>rising</i> atau <i>falling edge</i> , atau perubahan nilai. <i>Pulse-width modulation</i> (PWM): pin 3, 5, 6 ,7 ,8, 9, 10 dan 11, menyediakan keluaran PWM 8-bit dengan menggunakan fungsi <i>analogWrite()</i> . <i>Serial Peripheral Interface</i> (SPI): pin 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO) dan 13 (SCK), pin ini mendukung komunikasi SPI dengan menggunakan <i>SPI library</i> . Terdapat <i>built-in</i> LED

		yang terhubung ke pin digital 13. Ketika pin bernilai <i>High</i> maka LED menyala, sebaliknya ketika pin bernilai <i>Low</i> maka LED akan padam
16.	AREF singkatan <i>analog reference</i>	Mendapatkan sumber tegangan yang dapat diatur lewat IC. Tegangannya antara 0 sampai 5 Volt.
17.	Pin <i>Reset</i>	Mengulang program arduino dari awal. Caranya dengan menekan tombol <i>reset</i> sebanyak 3x secara cepat.

Arduino Uno memiliki 6 masukan analog yang diberi label A0 sampai A5, setiap pin menyediakan resolusi sebanyak 10 bit (1024 nilai yang berbeda). Secara *default* pin mengukur nilai tegangan dari *ground* (0V) hingga 5V, walaupun begitu dimungkinkan untuk mengganti nilai batas atas dengan menggunakan pin AREF dan fungsi *analogReference()*. Sebagai tambahan beberapa pin masukan analog memiliki fungsi khusus yaitu pin A4 (SDA) dan pin A5 (SCL) yang digunakan untuk komunikasi *Two Wire Interface* (TWI) atau *Inter Integrated Circuit* (I2C) dengan menggunakan *Wire library*

Arduino IDE

Software Arduino IDE adalah sebuah *software* yang digunakan untuk membuat program untuk memberi perintah kepada Arduino. Dengan menggunakan bahasa C++ yang dikembangkan oleh Arduino. Pemrograman dengan Arduino IDE dimudahkan lagi dengan banyaknya *library* yang disediakan.



Gambar 2. Tampilan Arduino IDE

Software IDE Arduino terdiri dari 3 (tiga) bagian antara lain:

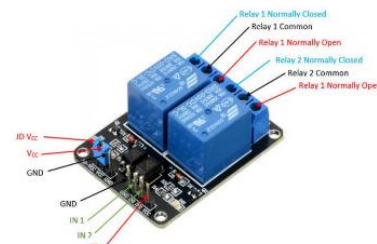
1. ***Editor program***, untuk menulis dan mengedit program dalam bahasa *processing*.
Listing program pada Arduino disebut *sketch*.

2. **Compiler**, sebuah modul yang berfungsi mengubah bahasa *processing* (kode program) menjadi kode biner karena kode biner merupakan bahasa program yang dipahami oleh *microcontroller*.
3. **Uploader**, sebuah modul yang berfungsi memasukan kode biner ke dalam memori *microcontroller*.

Perangkat lunak yang ditulis menggunakan Arduino IDE disebut *sketch*. *Sketch* ditulis pada *editor* teks dan disimpan dengan *extensifile* .ino. Struktur perintah pada Arduino secara garis besar terdiri dari dua bagian yaitu *void setup* dan *void loop*. *Void setup* berisi perintah yang akan dieksekusi hanya satu kali sejak Arduino dihidupkan, sedangkan *void loop* berisi perintah yang akan dieksekusi berulang-ulang selama Arduino dinyalakan [5].

Relay Module

Module relay adalah salah satu piranti yang beroperasi berdasarkan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontaktor guna memindahkan posisi on ke off atau sebaliknya dengan memanfaatkan tenaga listrik. Peristiwa tertutup dan terbukanya kontaktor ini terjadi akibat adanya efek induksi magnet yang timbul dari kumparan induksi listrik. Perbedaan yang paling mendasar antara relay dan saklar adalah pada saat pemindahan dari posisi on ke off. Relay melakukan pemindahannya secara otomatis dengan arus listrik, sedangkan sakelar dilakukan dengan cara manual [6].

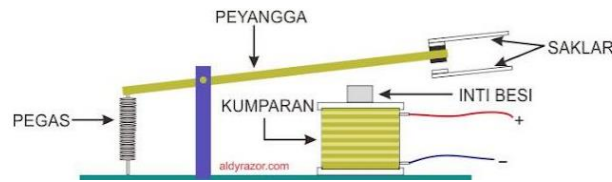


Gambar 3. Relay Satu Channel (A. Razor) Gambar 4. Relay Dua Channel (A.razor)

Berdasarkan Gambar di atas, berikut ini adalah keterangan dari ketiga pin yang sangat perlu diketahui. 1. COM (*Common*), adalah pin yang wajib dihubungkan pada salah satu dari dua ujung kabel yang hendak digunakan. 2. NO (*Normally Open*), adalah pin tempat menghubungkan kabel bila menginginkan kondisi posisi awal yang terbuka atau arus listrik terputus. 3. NC (*Normally Close*), adalah pin tempat menghubungkan kabel bila menginginkan kondisi posisi awal yang tertutup atau arus listrik tersambung.

Cara Kerja Relay

Berikut adalah penempatan komponen relay, seperti di bawah ini:



Gambar 5. Skematik Modul Relay

Berdasarkan Gambar 5, Dapat dipahami bahwa relay dapat bekerja karena adanya gaya elektromagnetik. Ini dapat tercipta dari inti besi yang dililitkan kawat kumparan dan aliran listrik. Saat kumparan dialiri listrik, maka otomatis inti besi akan menjadi magnet dan menarik penyangga sehingga kondisi yang awalnya tertutup jadi terbuka (*Open*). Sementara pada saat kumparan tak lagi dialiri listrik, maka pegas akan terbuka jadi tertutup (*Close*).

LCD I2C

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah jenis layar yang menggunakan teknologi kristal cair untuk menampilkan gambar, teks, atau video. Kristal cair adalah bahan yang memiliki sifat unik, yaitu dapat mengubah orientasinya ketika diberi tegangan listrik, yang kemudian mempengaruhi bagaimana cahaya melewati kristal tersebut. Perubahan orientasi ini menghasilkan tampilan visual pada layar. LCD memiliki banyak pin untuk menghubungkan ke *mikrocontroller* (umumnya 16 pin), yang membuat pengkabelan menjadi rumit. Namun, dengan menggunakan modul antarmuka I2C, jumlah pin yang diperlukan untuk menghubungkan LCD dengan *mikrocontroller* berkurang, dari 16 pin menjadi hanya 4 pin (VCC, GND, SDA, dan SCL). *Inter Integrated Circuit* atau sering disebut I2C adalah standar komunikasi serial dua arah menggunakan dua saluran yang didesain khusus untuk mengirim maupun menerima data. Sistem I2C terdiri dari saluran SCL (Serial Clock) dan SDA (Serial Data) yang membawa informasi data antara I2C dengan pengontrolnya [7].



Gambar 6. LCD 16 x 2



Gambar 7. LCD I2C

Spesifikasi Kaki LCD 16 x 2



Gambar 8. Pin LCD 16 x 2 (A. Faudin)

Berdasarkan Gambar 8. Pin LCD 16 x 2 ditunjukkan di bawah ini: [13]

1. Pin 1 (Pin Pembumian/Sumber) : Ini adalah pin tampilan GND (Ground), digunakan untuk menghubungkan terminal GND unit *mikrokontroler* atau sumber daya.
2. Pin 2 (VCC/Source Pin) : Ini adalah pin supply tegangan layar, digunakan untuk menghubungkan pin supply sumber daya.
3. Pin 3 (V0/VEE/Control Pin) : Pin ini mengatur perbedaan tampilan, digunakan untuk menghubungkan POT yang dapat diubah 0 hingga 5V. 20
4. Pin 4 (Register Select/Control Pin) : Pin ini beralih di antara register perintah atau data, digunakan untuk menghubungkan pin unit *mikrokontroler* dan memperoleh 0 atau 1 (0 = mode data, dan 1 = mode perintah).
5. Pin 5 (Baca/Tulis/Pin Kontrol): Pin ini mengubah tampilan di antara operasi baca atau tulis, dan terhubung ke pin unit *mikrokontroler* untuk mendapatkan 0 atau 1 (0 = operasi tulis, dan 1 = operasi baca).
6. Pin 6 (Enable/Control Pin): Pin ini harus dipegang tinggi untuk menjalankan proses baca/tulis, dan terhubung ke unit *mikrokontroler* & terus-menerus dipegang tinggi.
7. Pin 7-14 (Pin Data): Pin ini digunakan untuk mengirim data ke layar. Pin ini terhubung dalam mode dua kabel seperti mode 4 kabel dan mode 8 kabel.
8. Pin 15 (+ve pin LED): Pin ini terhubung ke +5V
9. Pin 16 (-ve pin LED): Pin ini terhubung ke GND.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode rancang bangun (*research and development*) yang berfokus pada perancangan dan pembuatan perangkat keras (hardware) berbasis mikrokontroler Arduino Uno R3. Metode ini digunakan untuk memastikan alat yang dirancang

mampu berfungsi secara otomatis dalam menjaga kondisi penyimpanan bawang merah, sehingga kualitas bawang dapat tetap terjaga lebih lama. Proses penelitian melibatkan beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Perancangan Sistem

Tahap awal dimulai dengan merancang sistem secara keseluruhan, termasuk penentuan komponen utama seperti Sensor DHT22 untuk membaca suhu dan kelembaban, Arduino Uno R3 sebagai pusat kendali, serta aktuator berupa lampu dan kipas untuk pengaturan kondisi dalam lemari penyimpanan.

2. Perakitan Alat

Komponen perangkat keras dirakit sesuai dengan desain yang telah dibuat. Sensor DHT22 dihubungkan ke Arduino untuk mendeteksi suhu dan kelembaban di dalam lemari. Output dari sensor kemudian diproses oleh Arduino menggunakan program yang telah dibuat sebelumnya.

3. Pemrograman Arduino

Arduino diprogram menggunakan bahasa pemrograman Arduino IDE. Program ini berfungsi untuk membaca input dari sensor, kemudian mengaktifkan atau menonaktifkan lampu dan kipas berdasarkan ambang batas suhu dan kelembaban yang telah ditentukan.

4. Pengujian Alat

Setelah alat dirakit dan diprogram, dilakukan pengujian untuk memastikan alat dapat bekerja sesuai dengan tujuan, yaitu menjaga bawang merah tetap segar dan tahan lama. Sensor akan memantau suhu dan kelembaban, dan Arduino akan memberikan perintah untuk menyalakan atau mematikan lampu serta kipas sesuai kondisi lingkungan.

5. Evaluasi dan Penyempurnaan

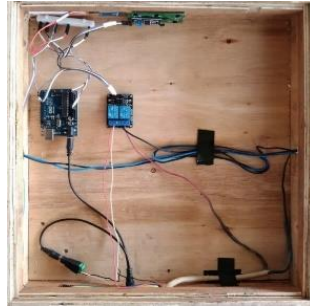
Berdasarkan hasil pengujian, dilakukan evaluasi terhadap efektivitas alat. Jika ditemukan kekurangan, dilakukan penyempurnaan baik pada aspek perangkat keras maupun perangkat lunaknya.

4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini peneliti menguraikan dan menjelaskan cara pembuatan lemari pintar untuk menyimpan bawang merah yang efektif. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian perangkat lunak dan kinerja keseluruhan sistem. Beberapa tahapan yang dilalui antara lain :

Persiapan Alat dan Bahan

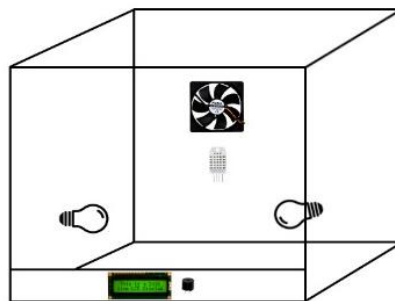
Untuk membuat alat diperlukan beberapa komponen dan dirakit menjadi satu kesatuan, berikut komponen dan alat yang sudah dirakit: (1) Arduino Uno R3, (2) Sensor DHT 22, (3) LCD 2x16 dan 12C 5 Volt, (4) Relay 5 Volt 2 Chanel, (5) Kipas Angin DC 12 Volt, (6) Lampu 5 volt, (7) Buzer 5 Volt, (8) Adaptor 12 Volt, (9) Kabel *Jumper*.



Gambar 9. Perakitan Alat

Rancangan Implementasi Tata Letak Komponen

Berikut adalah rancangan implementasi tata letak komponen pada lemari yang akan dibuat:



Gambar 10. Rancangan Implementasi

Penelitian ini menggunakan lemari triplek berbentuk balok. Di dalamnya terdapat Sensor DHT 22 yang berfungsi sebagai pendeteksi Suhu udara dan Kelembaban ruangan, kemudian di atasnya ada Kipas angin DC sebagai pendingin udara apabila suhu dan kelembaban ruangan kurang dari batas, di bagian samping lemari terdapat dua lampu sebagai pemanas, Dan dibagian atas berisi komponen-komponen Arduino Uno R3, Relay, Buzzer dan LCD, Panjang lemari pintar 40 cm, lebar 40 cm dan tinggi 40 cm.

Pembuatan Software

Pemrograman dilakukan setelah *hardware* selesai dibuat. Seluruh perangkat keras diuji apakah sudah dapat berjalan dan sesuai yang diinginkan atau tidak. Kemudian memasukkan program bahasa C ke dalam Arduino Nano menggunakan Arduino IDE. Di dalam program arduino terdapat *setup* dan *loop*.

```
#define BUZZER_PIN 3
#define RELAY_FAN 5
#define RELAY_LAMP 4
|
const float SUHU_THRESHOLD = 28.0;
const float KELEMBAPAN_THRESHOLD = 60.0;

void setup() {
  pinMode(BUZZER_PIN, OUTPUT);
  pinMode(RELAY_FAN, OUTPUT);
  pinMode(RELAY_LAMP, OUTPUT);

  digitalWrite(BUZZER_PIN, HIGH); // Inversi logika untuk buzzer
  digitalWrite(RELAY_FAN, HIGH);
  digitalWrite(RELAY_LAMP, HIGH);

  lcd.init(); // Menggunakan lcd.init() untuk LiquidCrystal_I2C library
  lcd.backlight();

  dht.begin();

  Serial.begin(9600);
}
```

Gambar 11. Set Up Pemrograman

1. Proses yang pertama adalah menu setup dimana terdapat pemrograman awal sebelum masuk ke dalam perulangan pada program.
2. Proses selanjutnya adalah proses *looping* yang merupakan adalah program untuk pengambilan data dan proses pemberian nilai pada output.

Pengujian Software

Dalam pengujian *software* Arduino IDE dilakukan dengan memasukan program untuk mengendalikan sistem yang telah dirancang, Berikut adalah tahap pengujian *software*:



```
Arduino IDE - Sketch: Smart Cabinet
#include <Arduino.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <DHT.h>

#define BUZZER_PIN 3
#define RELAY_FAN 5
#define RELAY_LAMP 4

const float SUHU_THRESHOLD = 28.0;
const float KELEMBAPAN_THRESHOLD = 60.0;

void setup() {
  pinMode(BUZZER_PIN, OUTPUT);
  pinMode(RELAY_FAN, OUTPUT);
  pinMode(RELAY_LAMP, OUTPUT);

  digitalWrite(BUZZER_PIN, HIGH); // Inversi logika untuk buzzer
  digitalWrite(RELAY_FAN, HIGH);
  digitalWrite(RELAY_LAMP, HIGH);

  lcd.init(); // Menggunakan lcd.init() untuk LiquidCrystal_I2C library
  lcd.backlight();

  dht.begin();

  Serial.begin(9600);
}
```

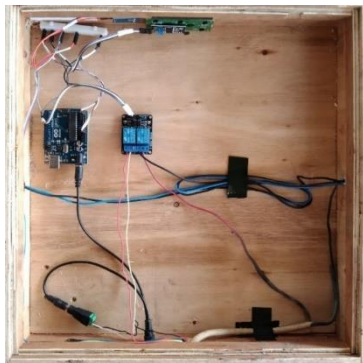
Gambar 12. Bahasa Program C

1. Menyalakan Laptop yang akan digunakan untuk menguji Arduino *Uno*.
2. Membuka *Software* Arduino IDE.
3. Kemudian menuliskan program bahasa C ke dalam Arduino IDE.
4. Melakukan “*verify*” untuk mengecek bahasa program C sudah benar, sampai muncul pemberitahuan “*done compiling*” dipojok kiri bawah.
5. Memasang kabel data USB *mikro* pada Arduino nano dan sisi USB dihubungkan kepada USB komputer / laptop.
6. Klik *Tools* pilih *Board* pastikan memilih Arduino *Uno*.
7. Menyesuaikan *Port* Arduino *Uno* dengan *Device Manager*.

8. Upload Program yang telah dibuat menuju ke Arduino Uno dengan mengeklik tombol *upload* yang bergambar panas ke kanan di bawah menu
9. Pada Gambar 4.10 dapat dilihat bahwa setelah icon upload di-klik maka Arduino IDE melakukan proses *upload* program menuju ke Arduino Uno melewati *port* komunikasi.
10. Apabila menunjukkan bahwa program yang diupload menuju Arduino Uno berhasil sampai 100% hal ini menunjukkan Arduino Uno dalam keadaan sudah siap diaplikasikan pada rangkaian.

Pemasangan Rangkaian Lemari

Dalam proses ini penulis sudah merancang agar rangkaian mudah dipasang dengan menggunakan komponen-komponen yang sudah module dengan hanya menggunakan 3 inputan. Untuk Lemari memiliki dimensi panjang 40cm dengan lebar 40 cm serta memiliki tinggi 40 cm.



Gambar 13. Rangkaian Lemari Pintar



Gambar 14. Gambar Bagian Dalam Lemari Pintar

5. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa lemari pintar untuk menyimpan bawang merah yang memudahkan para petani dan penjual bawang merah untuk menyimpan bawang dengan efisien. Prinsip kerja alat ini sama dengan metode penyimpanan bawang merah di dalam gubuk, hanya saja digantikan dengan lemari yang disesuaikan dengan suhu yang tepat untuk menyimpan bawang merah. Cara kerja alat ini adalah suhu lemari pintar akan diatur dengan suhu yang baik untuk menyimpan bawang merah yaitu antara 25° - 30° C dan kelembaban 50% - 60 % di dalam lemari. Jika suhu dan kelembaban lemari pintar tidak sesuai dengan yang di inginkan maka lampu dan kipas akan menyala sampai dengan suhu di dalam lemari normal. Dengan alat ini mampu menyimpan bawang merah dalam waktu yang cukup lama dan dalam keadaan yang masih sangat segar.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriansyah, A., & Hidyatama, O. (2013). Program studi teknik elektro, Fakultas Teknik. *Jurnal Teknologi Elektro, Universitas Mercu*, 4(3), September 2013.
- Andini, R., & Siregar, A. (2021). Sistem monitoring kelembaban dan suhu berbasis mikrokontroler untuk pertanian. *Jurnal Teknologi dan Elektronika*, 8(3), 88-97. <https://doi.org/10.2493/jte.2021.08398>
- Anggara, A., & Putra, P. D. (2019). Analisis sistem penyimpanan bawang merah berbasis teknologi IoT. *Jurnal Sistem Otomasi*, 7(3), 100-110. <https://doi.org/10.23456/jso.2019.07312>
- Anggoro, P., & Putri, M. (2021). Rancang bangun alat penyimpanan bawang merah dengan pengendalian suhu otomatis berbasis mikrokontroler. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 9(1), 10-16.
- Ardiyanto, A., Ariman, A., & Supriyadi, E. (2021). Alat pengukur suhu berbasis Arduino menggunakan sensor inframerah dan alarm pendeteksi suhu tubuh di atas normal. *Sinusoida*, 23(1), 11-21. <https://doi.org/10.37277/s.v23i1.1016>
- Aryanta, I. W. R. (2019). Bawang merah dan manfaatnya bagi kesehatan. *E-Jurnal Widya Kesehatan*, 1(1), Mei 2019. <https://doi.org/10.32795/widyakesehatan.v1i1.280>
- Azmi, S., & Sari, F. (2020). Perancangan alat pemantau suhu dan kelembaban berbasis mikrokontroler. *Jurnal Teknik Elektronika*, 12(4), 204-212. <https://doi.org/10.34010/jte.2020.12404>
- Fajar, L., & Hadi, W. (2022). Teknologi penyimpanan bawang merah berbasis mikroprosesor untuk pertanian berkelanjutan. *Jurnal Sains Pertanian*, 10(4), 156-162. <https://doi.org/10.1355/jsp.2022.104156>
- Hafiz, I., & Zulkarnain, M. (2020). Rancang bangun lemari pintar berbasis Arduino untuk penyimpanan hasil pertanian. *Jurnal Teknologi dan Inovasi Pertanian*, 7(1), 112-120. <https://doi.org/10.30357/jtip.2020.07112>
- Hanif, A., & Dewi, I. (2020). Evaluasi sistem penyimpanan bahan pertanian berbasis sensor suhu dan kelembaban dengan mikrokontroler Arduino. *Jurnal Teknik Pertanian*, 4(1), 30-38. <https://doi.org/10.31068/jtp.2020.04006>
- Hidayat, R., & Yusuf, D. (2020). Penerapan teknologi IoT dalam monitoring suhu dan kelembaban untuk sektor pertanian. *Jurnal Teknologi dan Inovasi*, 5(2), 35-44. <https://doi.org/10.12345/jti.2020.05203>
- Komar, N., Rakhmadiono, S., & Kurnia, L. (2001). Teknik penyimpanan bawang merah pasca panen. 2 Agustus 2001.
- Manurung, P., & Pratama, R. (2019). Pemrograman Arduino untuk aplikasi sistem otomatisasi. *Jurnal Teknik Komputer*, 4(3), 63-72. <https://doi.org/10.31913/jtk.2019.04317>

- Mardiana, P., & Wirawan, H. (2020). Pemanfaatan teknologi sensor untuk penyimpanan bawang merah dalam jangka panjang. *Jurnal Otomasi Pertanian*, 5(2), 44-52. <https://doi.org/10.35878/jop.2020.05244>
- Mulyani, L., & Hermawan, Y. (2019). Implementasi teknologi sensor dalam kontrol suhu dan kelembaban pada sistem penyimpanan bahan pertanian. *Jurnal Elektronika dan Komputer*, 2(4), 21-28. <https://doi.org/10.22013/jek.2019.02412>
- Nuryani, L., & Lestari, P. S. (2018). Pemanfaatan sistem kontrol otomatis dalam penyimpanan bahan pertanian. *Jurnal Agroindustri*, 6(1), 15-22. <https://doi.org/10.1093/jagri.2018.06102>
- Permana, D. F. W., Mustofa, A. H., Nuryani, L., Kristiaputra, P. S., & Alamudin, Y. (2021). Budidaya bawang merah di Kabupaten Brebes. *Jurnal Bina Desa*, 3(2), Tahun 2021.
- Prabowo, A., & Sukma, T. (2022). Implementasi sistem pemantauan kelembaban untuk meningkatkan kualitas hasil pertanian. *Jurnal Teknologi dan Pertanian*, 10(1), 33-41. <https://doi.org/10.1128/jtp.2022.10133>
- Prasetyo, W., & Sari, R. (2019). Sistem penyimpanan bahan pertanian dengan pengendalian suhu berbasis Arduino. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 5(2), 44-52. <https://doi.org/10.3067/jtp.2019.05244>
- Rahmawati, D., & Amalia, N. (2021). Desain sistem penyimpanan bawang merah berbasis sistem pengaturan suhu dan kelembaban otomatis. *Jurnal Rekayasa Teknik*, 3(2), 75-82. <https://doi.org/10.34201/jrt.2021.03204>
- Ramadhani, R., & Putri, M. (2021). Desain sistem penyimpanan dengan sensor kelembaban dan suhu berbasis mikrokontroler untuk pertanian. *Jurnal Teknik Informatika*, 6(4), 69-77. <https://doi.org/10.3145/jti.2021.06477>
- Saleh, M., & Haryanti, M. (2017). Rancang bangun sistem keamanan rumah menggunakan relay. *Jurnal Teknologi Elektro*, 8(2), 143398.
- Setiawan, I., & Aulia, N. (2022). Perancangan alat pengatur suhu dan kelembaban untuk penyimpanan bawang merah. *Jurnal Sistem Otomasi*, 5(3), 134-141. <https://doi.org/10.2000/jso.2022.053134>
- Shakirovich, A., & Botirovich, Z. (2022). Study of Arduino microcontroller board. *Volume 3, Issue 3, March 2022*.
- Yunianto, E., & Nugroho, S. (2018). Sistem penyimpanan bahan pertanian menggunakan sensor suhu dan kelembaban berbasis Arduino. *Jurnal Teknik Industri*, 6(2), 45-52. <https://doi.org/10.2466/jti.2018.06215>