

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Dalam industri pengemasan, pengisian botol secara otomatis merupakan aspek krusial yang memengaruhi efisiensi produksi dan kualitas produk akhir. Seiring dengan meningkatnya permintaan pasar untuk produk kemasan cair, perusahaan harus mencari solusi inovatif untuk meningkatkan kecepatan dan akurasi proses pengisian botol. Proses pengisian yang efisien tidak hanya mengurangi waktu siklus produksi tetapi juga meminimalkan pemborosan bahan dan meningkatkan kepuasan pelanggan.

Arduino Nano, sebagai salah satu platform mikrokontroler yang populer, menawarkan solusi yang fleksibel dan terjangkau untuk merancang sistem otomatisasi. Kecil dan hemat biaya, Arduino Nano dapat diprogram untuk mengontrol berbagai sensor dan aktuator yang diperlukan dalam sistem pengisian botol otomatis. Papan mikrokontroler ini memberikan kemudahan dalam integrasi dengan sensor ultrasonik untuk mendeteksi jarak, sensor aliran air untuk mengukur laju pengisian, serta pompa DC untuk mengalirkan air ke botol.

Sistem pengisian botol otomatis berbasis Arduino Nano menjanjikan beberapa keuntungan. Dengan sistem ini, proses pengisian dapat dilakukan secara konsisten dan akurat, mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manusia, dan meminimalkan kesalahan yang mungkin terjadi dalam proses manual. Integrasi

berbagai komponen dalam satu sistem yang terkoordinasi dapat meningkatkan produktivitas dan mengurangi waktu pengisian, yang merupakan faktor penting dalam meningkatkan efisiensi operasional industri pengemasan.

Namun, untuk memastikan bahwa sistem pengisian otomatis ini bekerja dengan optimal, penting untuk melakukan evaluasi terhadap efektivitasnya. Evaluasi ini melibatkan pengujian kinerja alat, seperti kecepatan pengisian, ketepatan volume, serta kemampuan sistem dalam memonitor dan mengontrol proses pengisian secara real-time. Hasil dari evaluasi ini akan memberikan wawasan tentang seberapa baik sistem berfungsi dan apakah memenuhi standar yang diharapkan.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menguji alat pengisi air otomatis berbasis Arduino Nano, serta untuk menilai efektivitas sistem yang dikembangkan. Dengan pendekatan ini, diharapkan dapat membantu para pemilik usaha dalam mengoptimalkan proses produksi mereka dan menyediakan solusi yang lebih efisien dan terjangkau. Selain itu, penelitian ini juga berkontribusi pada pengembangan teknologi otomasi, memberikan wawasan baru bagi peneliti, dan mendorong inovasi di bidang industri pengemasan. Seiring dengan perkembangan teknologi, penelitian ini membuka jalan untuk pengembangan lebih lanjut dan penerapan teknologi otomasi dalam berbagai sektor industri.

### **B. Rumusan Masalah**

1. Bagaimana merancang alat pengisi air pada botol secara otomatis dengan menggunakan Arduino Nano.
2. Bagaimana mengetahui efektifitas alat pengisi air pada botol secara otomatis.

### **C. Tujuan Penelitian**

1. Untuk merancang alat pengisi air pada botol secara otomatis dengan menggunakan Arduino Nano
2. Untuk mengetahui efektifitas alat pengisi air otomatis yang berbasis Arduino Nano.
3. Untuk memonitoring jumlah produksi yang dihasilkan pada alat pengisi air otomatis berbasis Arduino Nano.

### **D. Batasan Masalah**

1. Untuk membangun sebuah sistem monitoring pada alat pengisi air otomatis berbasis Arduino Nano.
2. Sistem ini menggunakan microcontroller Arduino Nano sebagai microcontroller dan LCD sebagai tampilan monitoring.
3. Alat yang digunakan menggunakan sensor Ultrasonic, Sensor Water Flow, pompa DC dan Motor DC
4. Pengujian dilakukan pada saat pengisian air di botol.

### **E. Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini adalah membantu para pemilik usaha untuk memonitoring pada saat pengisian cairan ke botol sehingga mudah digunakan dan

mengontrol serta memiliki fungsi yang mempersingkat waktu dalam produksi. Perkembangan Teknologi pada penelitian ini agar dimasa depan dapat dikembangkan. Untuk menambah wawasan bagi pembaca dan menambah wawasan bagi peneliti.

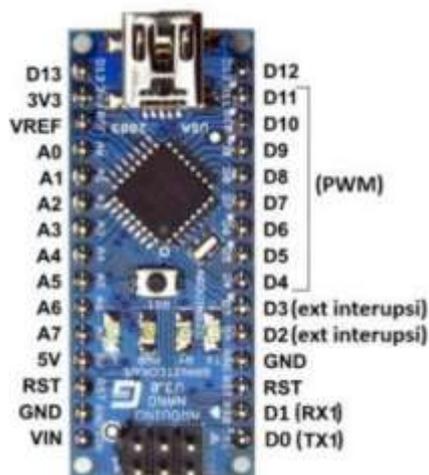
## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Kajian Teori

##### 1. Mikrokontroler Arduino Nano

Arduino Nano adalah salah satu varian dari papan mikrokontroler yang diproduksi oleh Arduino. Ini adalah versi terkecil dari papan Arduino, dan menggunakan mikrokontroler Atmega 328 pada model 3.x. Meskipun memiliki rangkaian yang sama dengan Arduino Duemilanove, Arduino Nano berbeda dalam hal ukuran dan desain PCB-nya. Papan ini tidak memiliki soket khusus untuk catu daya, tetapi dilengkapi dengan pin untuk sumber daya eksternal atau bisa juga mendapatkan daya melalui port mini USB. Arduino Nano dirancang dan diproduksi oleh Gravitech. (Sam et al., 2020)



**Gambar 2.1** Mikrokontroler Arduino Nano

(Sumber :Sam et al., 2020)

## 2. Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik adalah perangkat yang mengukur jarak dengan menggunakan gelombang ultrasonik. Sensor ini mampu mendeteksi jarak mulai dari sekitar 2 cm hingga 4 meter dengan akurasi mencapai 3 mm. Cara kerjanya melibatkan pemancaran gelombang ultrasonik dengan frekuensi 40 kHz yang kemudian memantul kembali setelah mengenai objek. Sensor ini mengubah gelombang bunyi menjadi sinyal listrik dan sebaliknya.

Hasil pengukuran jarak ditampilkan dalam bentuk pulsa, di mana lebar pulsa menunjukkan jarak yang terukur. Lebar pulsa ini dapat bervariasi dari 115 mikrodetik hingga 18,5 milidetik. Sensor ini terdiri dari beberapa komponen utama: sebuah chip yang menghasilkan sinyal 40 kHz, speaker ultrasonik untuk mengubah sinyal listrik menjadi gelombang bunyi, dan mikrofon ultrasonik yang mendeteksi pantulan gelombang bunyi tersebut.(Amin, 2020)



**Gambar 2.2** Sensor Ultrasonik

(Sumber:Amin, 2020)

### 3. Sensor Water Flow

Sensor aliran air adalah perangkat yang digunakan untuk mengukur aliran air dalam pipa pelanggan. Sensor ini terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu badan katup plastik, rotor air, dan sensor efek Hall. Saat air mengalir melalui rotor, rotor tersebut akan berputar, dan kecepatan putarannya akan sebanding dengan laju aliran air yang melewati rotor. Sensor efek Hall kemudian akan menangkap pulsa sinyal yang dihasilkan oleh rotor dan meneruskannya ke mikrokontroler untuk diproses lebih lanjut. (Suharjono et al., 2015)



**Gambar 2.3** Sensor Water flow

(Sumber : Suharjono et al., 2015)

### 4. Pompa Mini

Pompa air merupakan alat elektronik yang dirancang untuk menyediakan aliran air dalam volume besar. Alat ini bekerja dengan cara menyedot air dari sumbernya dan kemudian mendistribusikannya ke berbagai saluran keluaran. Ada beberapa cara untuk mengklasifikasikan pompa air, termasuk kekuatan daya hisap, konsumsi daya listrik, serta ketinggian distribusi dan penampungan air. Biasanya,

semakin besar debit aliran air yang dihasilkan oleh pompa, semakin tinggi pula konsumsi daya listriknya.(Qatrunnada et al., 2020)



**Gambar 2.4** Pompa Mini

(Sumber : Qatrunnada et al., 2020)

## 5. Relay

Relay adalah komponen elektronik sederhana yang berfungsi untuk mengontrol aliran listrik dalam suatu sirkuit. Komponen ini terdiri dari saklar, kumparan elektromagnetik, dan poros besi. Relay bekerja dengan cara menghubungkan atau memutuskan sirkuit elektronik.

Relay memiliki dua bagian utama: koil dan kontak. Koil adalah gulungan kawat yang mengalirkan arus listrik dan menghasilkan medan magnet saat dialiri arus. Kontak adalah saklar yang bergerak tergantung pada ada atau tidak adanya arus listrik di dalam koil. Ketika koil dialiri arus, medan magnet yang dihasilkan akan menyebabkan kontak bergerak dan mengubah status koneksi dalam sirkuit. (Sujito et al., 2022)



**Gambar 2.5** Relay

(Sumber : Sujito et al., 2022)

## 6. Software Arduino IDE

IDE, atau *Integrated Development Environment*, adalah alat yang digunakan untuk mengembangkan perangkat lunak dengan menyediakan lingkungan terintegrasi. Dalam konteks Arduino, IDE adalah perangkat lunak tempat pemrograman dilakukan untuk mengatur fungsi-fungsi yang diinginkan melalui kode. Arduino menggunakan bahasa pemrograman yang mirip dengan bahasa C, namun telah disederhanakan dalam versi yang disebut Sketch, agar lebih ramah bagi pemula.

Sebelum dijual, mikrokontroler Arduino sudah dilengkapi dengan program bernama Bootloader. Program ini berfungsi sebagai penghubung antara compiler Arduino dan mikrokontroler. Kode yang ditulis menggunakan Arduino IDE dikenal sebagai Sketch dan disimpan dalam file dengan ekstensi .ino. Editor teks dalam Arduino IDE dilengkapi dengan fitur seperti pemotongan, penempelan, dan pencarian, yang mempermudah penulisan kode.

Selain itu, Arduino IDE memiliki jendela pesan berwarna hitam yang menampilkan status seperti pesan error, status kompilasi, dan proses

pengunggahan program. Di bagian bawah kanan IDE, ditampilkan informasi tentang papan Arduino yang digunakan dan port COM yang terhubung. (Rahman & Pramudijanto, 2019)

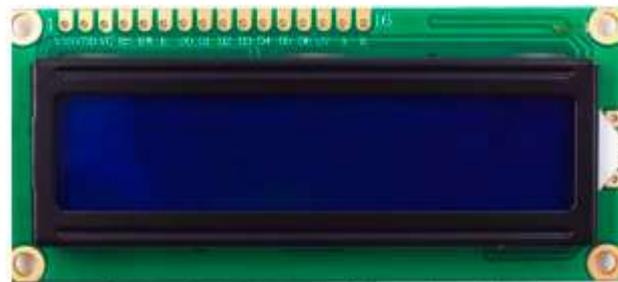


**Gambar 2.6** Arduino IDE (*Integrtd Developmen Environment*)

(Sumber : Dokumentasi pribadi)

## 7. LCD (Liquid Crystal Display)

LCD (Liquid Crystal Display) adalah komponen elektronik yang digunakan untuk menampilkan data dalam bentuk karakter, huruf, atau grafik. Tipe LCD yang digunakan adalah model 16×2, yang mampu menampilkan hingga 16 karakter pada setiap baris dan memiliki dua baris tampilan. (Rahman & Pramudijanto, 2019)



**Gambar 2.7** LCD (Liquid Crystal Display)

(Sumber : Rahman & Pramudijanto, 2019)

## 8. Catu Daya (Power Supply)

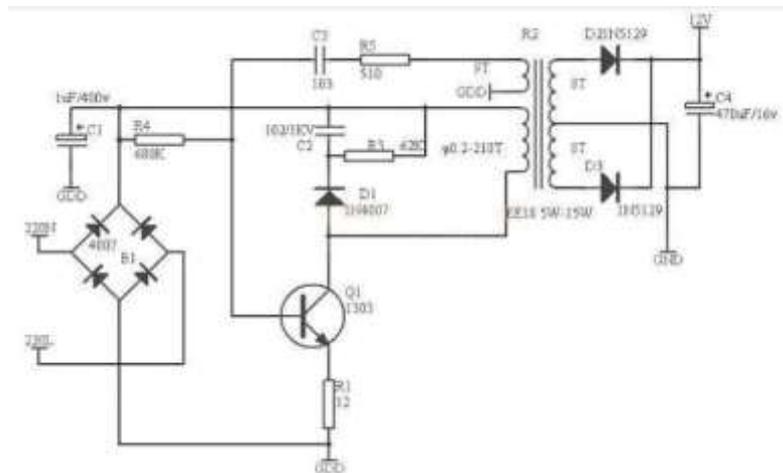
Catu daya (Power Supply) adalah perangkat elektronik yang mengubah tegangan AC (arus bolak-balik) dari sumber utama menjadi tegangan DC (arus searah). Umumnya, catu daya terdiri dari dioda-dioda yang berfungsi untuk proses penyearahan, yaitu mengubah tegangan AC menjadi DC. Selain dioda, catu daya juga dilengkapi dengan berbagai komponen lain seperti kapasitor dan resistor, yang masing-masing memiliki peran penting dalam rangkaian.



**Gambar 2.8** Power Supply  
(Sumber : Hanif, 2023)

Spesifikasi dari catu daya ini meliputi:

1. Efisiensi tinggi dan suhu operasional rendah.
2. Tegangan DC antara 12V hingga 13,8V.
3. Rentang arus dari 5A hingga 20A.
4. Daya output dari 6W hingga 240W.



**Gambar 2.9** Skema Power Supply  
(Sumber :Hanif, 2023)

Catu daya ini bekerja dengan mengurangi tegangan listrik dari PLN, yang biasanya sebesar 200V AC, menjadi tegangan AC yang lebih rendah sesuai kebutuhan. Dalam contoh rangkaian ini, digunakan trafo dengan output 12V AC. Selanjutnya, dioda mengubah tegangan AC tersebut menjadi tegangan DC. Setelah proses penyearahan, kapasitor (atau ElCo) digunakan untuk menghilangkan sisa-sisa gelombang (ripple) dari tegangan DC tersebut. Transistor kemudian berfungsi untuk menstabilkan tegangan, sehingga output DC yang stabil dapat digunakan untuk perangkat elektronik lainnya.

Jika diperlukan variasi output, seperti 5V DC atau 12V DC, catu daya dapat dilengkapi dengan sakelar switching pada transformator untuk memilih tegangan keluaran yang diinginkan.(Hanif, 2023)

## B. Kajian Hasil Penelitian Terdahulu

Sebagai bahan referensi guna untuk penelitian ini maka akan dicantumkan beberapa hasil penelitian terdahulu yang telah dilakukan:

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Ikhsan Arif M.T.L Tobing, Junaidi, Yulfira 2022). Tentang “Perancangan Unit Pengisian Pada Mesin Pengisian Botol Otomatis Berbasis PLC”. Dalam penelitian ini, kecepatan rata-rata proses pengisian botol otomatis diukur untuk dua ukuran botol yang berbeda. Pengisian botol dengan kapasitas 500 mL memerlukan waktu sekitar 15,62 detik, sementara botol 250 mL memerlukan waktu 7,81 detik. Penelitian ini juga mengidentifikasi adanya penundaan tambahan akibat pemrograman sistem otomatis, di mana terdapat waktu tunda 3 detik ketika sistem pneumatik turun dan 1 detik saat pneumatik naik.

Dengan mempertimbangkan waktu tambahan ini, total waktu yang dibutuhkan untuk mengisi botol 500 mL adalah 15,62 detik ditambah 4 detik penundaan (3 detik saat turun dan 1 detik saat naik), menghasilkan total waktu sekitar 19,62 detik per botol. Dalam durasi satu menit, mesin pengisi dapat mengisi sekitar 3 botol 500 mL, sehingga secara praktis, mesin ini mampu mengisi 12 botol berkapasitas 500 mL dalam waktu satu menit.(Arif et al., 2023)

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Fauzi Dahlan, 2023). Tentang “Sistem Monitoring Penggunaan AIR PDAM Berbasis IoT”. Sistem pemantauan penggunaan air dari PDAM ini memanfaatkan dua komponen utama: sensor aliran air (waterflow sensor) dan katup solenoid (solenoid valve). Sensor aliran air berfungsi untuk mengukur jumlah air yang digunakan, sementara katup solenoid bertugas mengontrol aliran air. Sistem ini menggunakan ESP32 sebagai unit pengendali, yang memungkinkan komunikasi data antara sistem dan platform digital seperti website serta aplikasi Android.

Dengan sistem ini, pengguna dapat memantau konsumsi air secara real-time dan mengendalikan katup solenoid melalui aplikasi Android. Hal ini membantu menjaga keberlanjutan sumber daya air dan mengurangi risiko kebocoran pada sistem pipa di rumah..(Ghaniyyah & Eka Putri, 2023)

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Noval Dida dan Richa Watiasih, 2021). Tentang “Aplikasi Teknologi IoT Pada Sistem Kontrol dan Monitoring Tandon Air”. Dalam penelitian ini, digunakan beberapa sensor untuk memantau kondisi air di tandon. Sensor aliran air (waterflow sensor) mengukur debit air, sensor ultrasonik mengukur tingkat ketinggian air, dan sensor TDS mendeteksi kekeruhan air. Semua sensor ini terhubung dengan Arduino ATmega 2560 untuk pengolahan data.

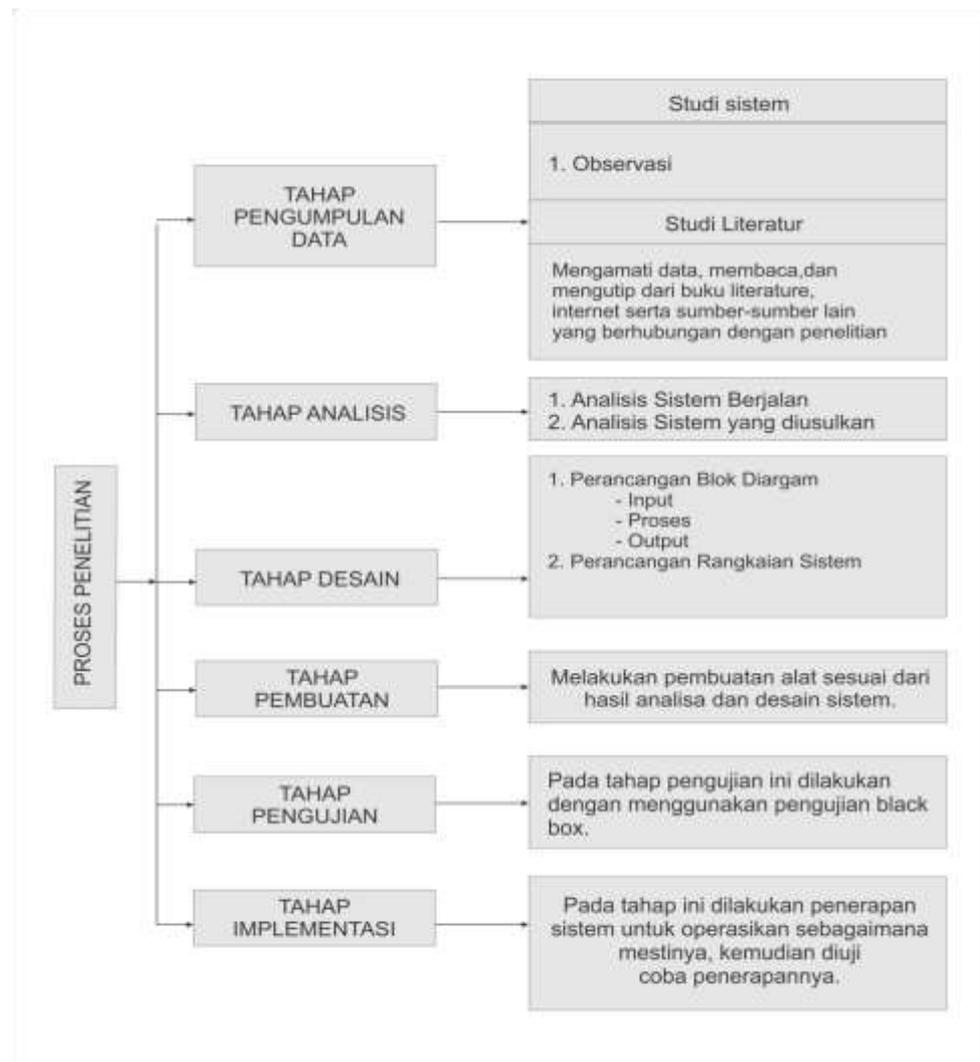
Metode kontrol yang digunakan adalah fuzzy logic tipe Mamdani, yang mengatur proses pengisian air berdasarkan tingkat ketinggian dan kekeruhan air di tandon. Sistem ini terintegrasi dengan teknologi Internet of Things (IoT), memungkinkan pemantauan dan pengendalian kondisi tandon melalui smartphone secara real-time.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan teknologi IoT dalam sistem kontrol dan pemantauan mempermudah pemantauan tandon dari jarak jauh dengan akurasi tinggi. Data uji coba menunjukkan bahwa tingkat keberhasilan pengisian air mencapai 97%, dengan rata-rata kesalahan kurang dari 15%. Oleh karena itu, metode ini terbukti efektif dan dapat diterapkan dalam sistem kontrol dan pemantauan tandon air pada rumah pintar.(Dida & Watiasih, 2021)

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### A. Tahapan Penelitian



**Gambar 3.1** Tahapan Penelitian

## B. Waktu dan Tempat Penelitian

### 1. Lokasi Penelitian

Lokasi pelaksanaan penelitian dilakukan di laboratorium Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Parepare.

### 2. Waktu Penelitian

Waktu penelitian dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

**Tabel 3.1** Jadwal Pelaksanaan Penelitian

No.	Kegiatan	Waktu Kegiatan											
		Bulan Ke-1				Bulan Ke-2				Bulan Ke-3			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	<i>Studi Literatur</i>	■	■										
2	Perancangan Desain Alat		■	■	■								
3	Instalasi Komponen Utama					■							
4	Pembuatan Kerangka Alat						■	■					
5	Uji Lapangan								■				
6	Evaluasi Dan Analisis Hasil Uji									■			
7	Pembuatan Laporan Hasil Penelitian										■	■	■

## C. Alat dan Bahan

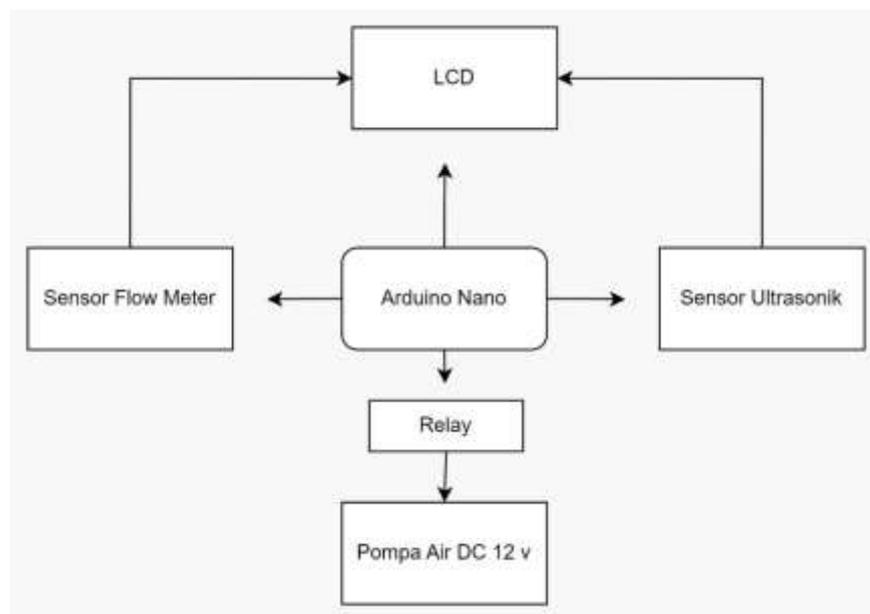
Berikut alat dan komponen yang digunakan pada perancangan ini adalah sebagai berikut :

**Tabel 3.2** Alat dan Bahan yang dibutuhkan

No.	Alat dan Bahan	Jumlah
1	<i>Arduino Nano</i>	1 buah
2	<i>Pompa Mini</i>	1 buah
3	<i>Relay</i>	1 buah
4	<i>Motor DC</i>	1 buah
5	<i>Kabel Jumper</i>	1 buah
6	<i>Ultrasonik</i>	1 buah
7	<i>Water flow</i>	1 buah
8	<i>Botol 150 ml</i>	3 buah

#### D. Rancangan Penelitian

Adapun rancangan penelitian dalam bentuk blok diagram:

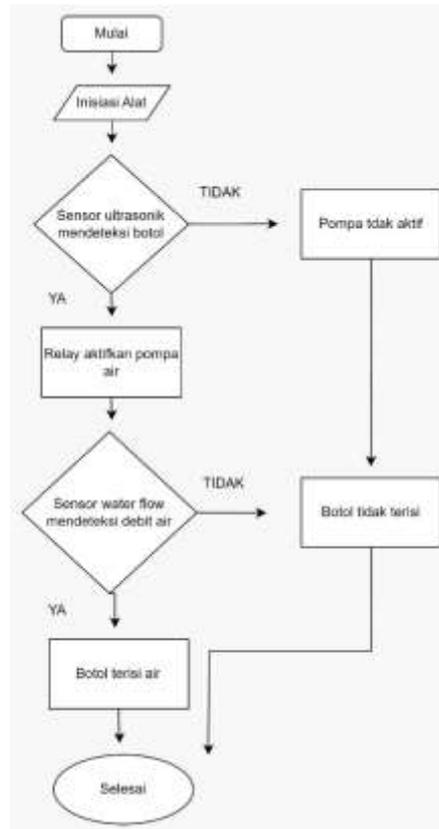


**Gambar 3.2** Blok Diagram

Pada gambar 3.2 blok diagram, menggambarkan sistem kerja dari alat filling otomatis tersebut. yaitu dimulai dari motor yang menggerakkan conveyor yang dimana diatasnya telah diberikan botol sebagai wadah pada posisi tertentu, pada saat botol melewati sensor ultrasonik maka relay pada motor akan berhenti dan relay pada pompa akan aktif dan pengisian mulai berjalan, dan sensor flow meter akan mendeteksi debit dan jumlah air yang keluar, pada jumlah tertentu relay pada

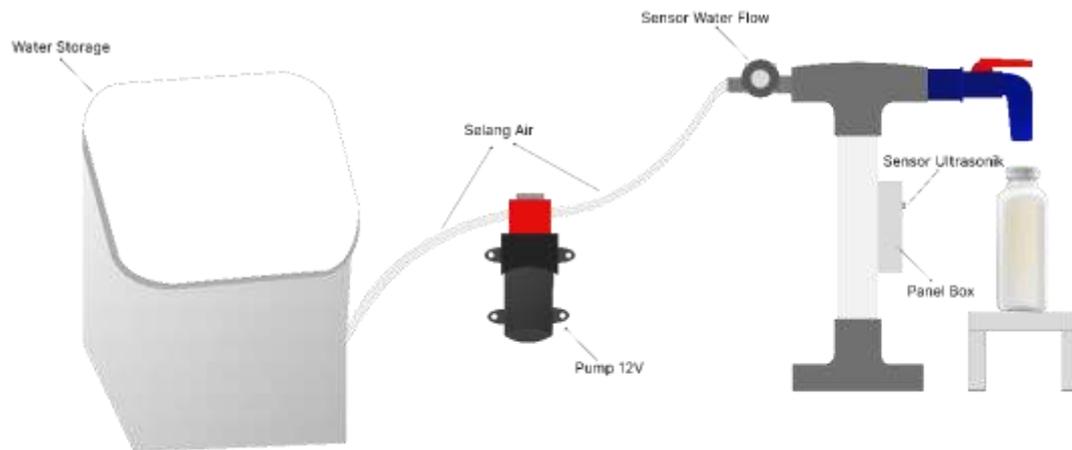
pompa akan berhenti dan relay pada motor conveyor akan aktif, kemudian hasil dari pembacaan sensor flow meter akan terbaca pada aplikasi bylink dengan bantuan jaringan internet atau IoT.

### E. Flowchart



**Gambar 3.3** Flowchart Penelitian

## F. Rancangan Alat



**Gambar 3.4** Rancangan Alat

Pada gambar 3.4 adalah gambar rancangan alat Sistem Kontrol Alat Pengisian Air Pada Botol Berbasis Arduino Nano

## G. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian ini dilaksanakan dalam beberapa tahapan.

### 1. Data Primer

Data primer yaitu data yang didapat langsung dilapangan. Data ini diperoleh melalui teknik observasi yang dilakukan untuk mengetahui secara langsung kegiatan yang terjadi pada saat pengisian cairan ke botol.

### 2. Data Sekunder

Data Sekunder yang di mana data di ambil dari buku jurnal atau penelitian yang berkaitan dengan penelitian ini. Dan mengambil data dari berbagai

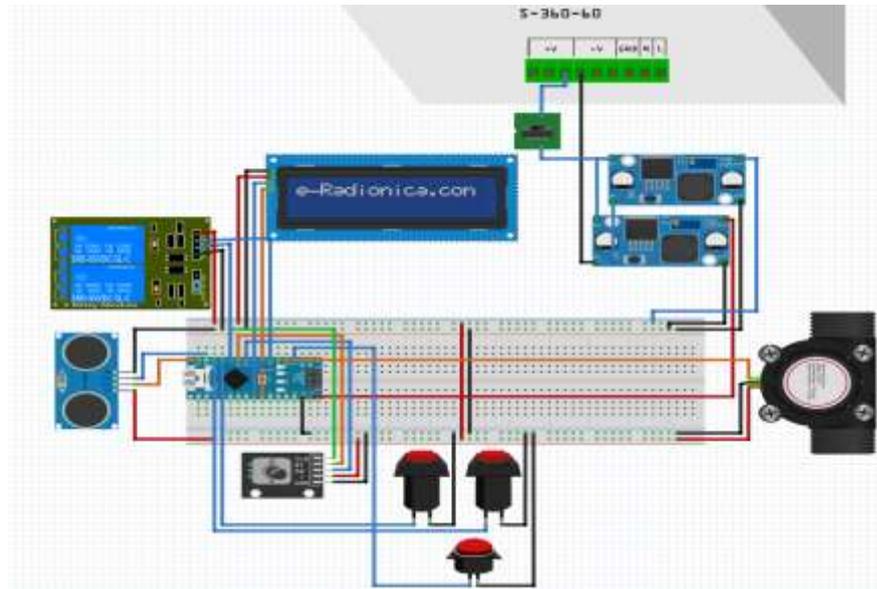
sumber yang berkaitan tentang penelitian yang diperlukan untuk mendapatkan referensi yang tepat dan akurat sesuai dengan penelitian ini.

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Rancangan *Hardware*

Perancangan Hardware atau Perangkat Keras pada Sistem Kontrol Alat Pengisian Air Pada Botol Berbasis Arduino Nano secara umum dapat dilihat pada Gambar 4.1



**Gambar 4.1** Rancangan Hardware

Adapun komponen yang digunakan pada alat di Gambar 4.1 yaitu:

b. Arduino Nano

Berfungsi sebagai mikrokontroler pada sistem Pengisian Air Botol Berbasis Arduino Nano.

c. Sensor Ultrasonik

Berfungsi untuk mendeteksi botol dan mengaktifkan relay

d. Sensor Water Flow

Berfungsi untuk menghitung debit air ke setiap botol

e. Relay

Berfungsi sebagai kontrol motor DC

f. Pompa

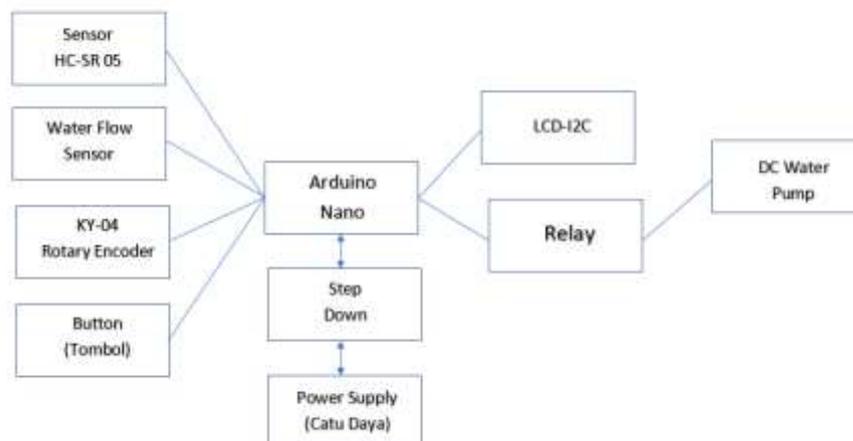
Berfungsi untuk mengisi air dalam botol

g. LCD (*Liquid Crystal Display*)

Berfungsi sebagai monitoring jumlah botol yang telah terisi dan debit air yang keluar secara keseluruhan.

## B. Perancangan *Software*

Perancangan perangkat lunak atau perancangan *software* ini bertujuan untuk mengatur kinerja pada input dan output dari perangkat keras dengan adanya instruksi-instruksi yang dimasukkan ke Arduino. *Flowchart* prinsip kerja sistem dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



**Gambar 4.2** *Flowchart Software*

Pada Gambar 4.2 merupakan diagram alur sistem Pengisian Air Pada Botol Berbasis Arduino Nano. Sensor Ultrasonik mengukur jarak dari sensor ke botol, jika jarak kurang dari nilai yang ditentukan, Arduino mengaktifkan Relay untuk menyalakan pompa, setelah pompa menyala Sensor flow akan mengukur jumlah air yang mengalir setiap detik dengan menghitung pulsa yang dihasilkan lalu Arduino menghitung flow rate dan total flow, dan menghitung total volume air yang mengalir. Pompa air dinyalakan saat botol berada dalam jarak deteksi dan dimatikan ketika botol sudah penuh (setelah volume 500 ml terisi), sebagai monitoring data dari system LCD menampilkan jumlah botol yang terisi dan total debit air. LCD diperbarui setiap 500 ms.

Adapun penjelasan *sketch* program pada system Pengisian Air Pada Botol Berbasis Arduino Nano adalah sebagai berikut:

### 1. **Include Libraries:**

```
#include <EEPROM.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
```

- a. Memasukkan library untuk berinteraksi dengan EEPROM (memori non-volatile) pada Arduino.
- b. Memasukkan library untuk mengontrol LCD dengan interface I2C.

### 2. **LCD Setup:**

```
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4);
```

- a. Membuat objek lcd dengan alamat I2C 0x27, 20 kolom, dan 4 baris untuk LCD.

### 3. Define Pins:

```
#define trigPin 12
#define echoPin 11
```

- a. Mendefinisikan pin untuk sensor ultrasonik, yaitu trigPin untuk pemicu dan echoPin untuk penerima sinyal.

### 4. Variable Declarations:

```
int counter = 0;
int currentState = 0;
int previousState = 0;
int counter1 = 100;
int counter2 = 1;
int aState;
int aLastState;
int simpan = 6;
int flowSensor = 8;
int output = 7;
const int relay = 3;
```

- a. counter, currentState, dan previousState digunakan untuk pelacakan status.
- b. counter1 dan counter2 digunakan untuk menghitung volume.
- c. aState dan aLastState digunakan untuk mendeteksi perubahan status sensor aliran.
- d. simpan adalah pin input untuk menyimpan data.
- e. flowSensor dan output adalah pin untuk sensor aliran dan output.
- f. relay adalah pin output untuk mengontrol relay.

### 5. Data Structure:

```
struct encoder {
  int nilai;
};
```

```
encoder data1, data2, hasil;
```

```
int alamatAwal = 10;
```

```
int alamat = alamatAwal;
```

- a. Mendefinisikan struktur data encoder dengan satu anggota nilai.
- b. data1, data2, dan hasil adalah variabel bertipe encoder.
- c. alamatAwal dan alamat adalah alamat awal untuk penyimpanan EEPROM.

#### 6. Additional Variables:

```
long durasi;
```

```
int jarak, jarak_max = 20;
```

```
int mL;
```

```
int x, b, c, d;
```

- a. durasi untuk menyimpan durasi pulsa ultrasonik.
- b. jarak untuk menyimpan hasil pengukuran jarak, jarak\_max adalah jarak maksimum yang dianggap valid.
- c. mL, x, b, c, dan d digunakan dalam perhitungan volume dan logika lainnya.

#### 7. Setup Function:

```
void setup(void) {
  pinMode(simpan, INPUT_PULLUP);
  pinMode(flowSensor, INPUT);
  pinMode(output, INPUT);
  pinMode(trigPin, OUTPUT);
  pinMode(echoPin, INPUT);
  pinMode(relay, OUTPUT);
  digitalWrite(relay, HIGH);
}
```

```
lcd.init();
```

```
lcd.backlight();
```

```

lcd.setCursor(3, 0);
lcd.print("Deni Ramadhani");
lcd.setCursor(3, 1);
lcd.print("Teknik Elektro");
lcd.setCursor(0, 2);
lcd.print("Sistem Pengisian Air");
lcd.setCursor(1, 3);
lcd.print("Otomatis - Arduino");
delay(2000);
lcd.clear();
}

```

- a. Mengatur mode pin untuk simpan, flowSensor, output, trigPin, echoPin, dan relay.
- b. Menginisialisasi LCD, menampilkan pesan selamat datang selama 2 detik, dan kemudian membersihkan layar.

## 8. Loop Function:

```

void loop() {
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Volume : ");
  lcd.print(counter1);
  lcd.print(" mL");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("Volume : 0000 mL  ");
  do {
    aState = digitalRead(flowSensor);
    if (aState != aLastState) {
      if (digitalRead(output) != aState) {
        counter1 = counter1 + 10;
      } else {
        counter1 = counter1 - 10;
      }
    }
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Volume : ");
    lcd.print(counter1);
    lcd.print(" mL  ");
  }
  aLastState = aState;
}

```

```

}
while (digitalRead(simpan) == HIGH);
data1.nilai = counter1;
EEPROM.put(alamat, data1);
lcd.setCursor(16, 0);
lcd.print(" OK");
alamat += sizeof(data1);
delay(1000);

```

- a. Menampilkan volume saat ini di LCD.
- b. Mengupdate counter1 berdasarkan perubahan status dari flowSensor dan output.
- c. Menyimpan counter1 ke EEPROM saat tombol simpan ditekan.
- d. Menampilkan pesan "OK" setelah penyimpanan berhasil dan menunggu selama 1 detik.

#### 9. Ultrasonic Measurement and Volume Calculation:

```

digitalWrite(trigPin, LOW);
delayMicroseconds(2);
digitalWrite(trigPin, HIGH);
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(trigPin, LOW);
durasi = pulseIn(echoPin, HIGH);
jarak = durasi * 0.034 / 2;
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Jarak:");
lcd.print(jarak);
lcd.print(" cm");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Volume : 000 mL ");
delay(100);

```

- a. Mengirim pulsa ultrasonik melalui trigPin dan mengukur durasi pulsa yang dipantulkan pada echoPin.

- b. Menghitung jarak berdasarkan durasi pulsa dan menampilkan jarak pada LCD.

#### 10. Conditional Relay Control and Display Update:

```

if ((jarak < 10)&&(jarak > 5)){
  lcd.setCursor(0,2);
  lcd.print("Pengisian Botol");
  alamat = alamatAwal;
  EEPROM.get(alamat, hasil);
  int val1 = hasil.nilai;
  b = val1/5;
  c = b*3;
  mL = -b;
  for (x = 0; x < c; x++)
  {
    mL = mL + 2;
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("Volume : ");
    lcd.print(mL);
    lcd.print(" mL ");
    Serial.print("Volume: ");
    Serial.println(mL);
    digitalWrite(relay, LOW);
    delay(1);
  }
  digitalWrite(relay, HIGH);
  mL = -b;
  lcd.setCursor(0,2);
  lcd.print("Selesai          ");
  delay(2000);
  lcd.print("          ");
}
else {
  digitalWrite(relay, HIGH);
  lcd.setCursor(0,2);
  lcd.print("Tidak Ada Botol ");
  lcd.backlight();
}
delay(50);

```

- a. Jika jarak antara 5 cm dan 10 cm, dianggap ada botol dan mengaktifkan relay untuk mengisi botol.
- b. Membaca nilai dari EEPROM, menghitung volume yang harus diisi, menampilkan volume pada LCD, dan mengontrol relay.
- c. Jika jarak lebih dari 10 cm, mematikan relay dan menampilkan pesan "Tidak Ada Botol".
- d. Menunggu selama 50 ms sebelum mengulang.

### **C. Pengujian**

Pengujian bertujuan untuk memastikan bahwa sistem yang dibangun telah berfungsi sesuai yang diinginkan. Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian sensor Water Flow, Sensor Ultrasonik dan pengujian keseluruhan sistem.

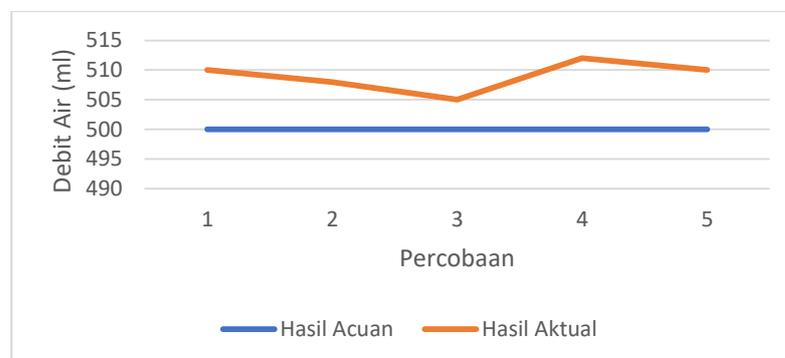
#### **1. Pengujian Sensor Water Flow**

Pengujian Sensor Water Flow bertujuan untuk mengetahui tingkat akurasi jumlah debit air yang keluar. Pengujian dilakukan dengan membandingkan antara jumlah debit air keluar yang dihasilkan oleh sistem dan perhitungan manual. Pengujian unjuk kinerja sensor dilakukan pada wadah/botol dengan kapasitas 500 ml dengan 5 (Lima) kali masa percobaan. Hasil pengujian unjuk kinerja Sensor Water Flow dapat dilihat pada Tabel 4.1

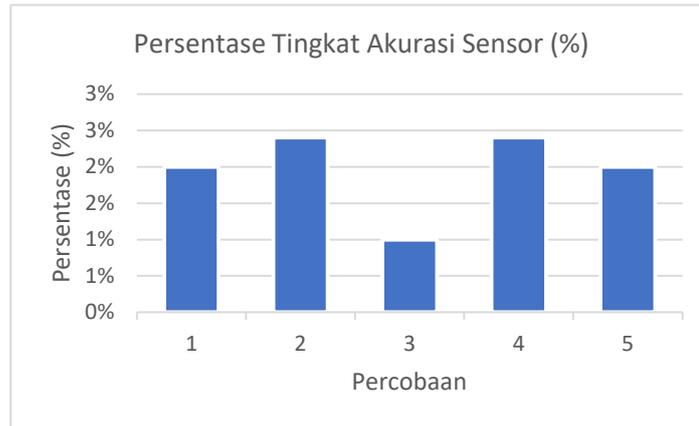
**Tabel 4.1** Hasil Pengujian Sensor Water Flow

Percobaan	Hasil Acuan	Hasil Aktual	Margin Error (%)
Pertama	200 ml	196 ml	2.04%
Kedua	400 ml	390 ml	2.56%
Ketiga	600 ml	590 ml	1.69%
Keempat	800 ml	788 ml	1,52%
Kelima	1000 ml	985 ml	1.52%
Rata-Rata Error			1.86%

Berdasarkan hasil pengujian unjuk kinerja Sensor Water Flow dengan keluaran air pada ketentuan 200 ml, 400 ml, 600 ml, 800 ml Dan 1000 ml. dengan perbandingan actual dapat diketahui bahwa jumlah debit air yang dihasilkan oleh system secara konsisten hampir mendekati jarak yang sebenarnya (hasil acuan). Akan tetapi terdapat beberapa selisih pada hasil pengujian dengan nilai terendah pada 1,52% dan tertinggi 2,56% dan nilai rata-rata error 1,86%. Hal tersebut disebabkan karena adanya waktu tunda (*delay*) dalam Arduino Nano atau dari keakuratan Sensor Water Flow itu sendiri.

**Gambar 4.3** Hasil Pengujian Sensor Water Flow

Hasil pengujian Sensor Water Flow terhadap hasil acuan dapat dijadikan parameter untuk menentukan tingkat akurasi pembacaan sensor. Adapun tingkat akurasi Sensor Water Flow dalam pengujian dapat dilihat pada gambar sebagai berikut.



**Gambar 4.4** Persentase Tingkat Akurasi Sensor (%)

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan dengan unjuk kinerja sistem yang telah dirancang. Pengujian dilakukan dengan mengamati langsung proses berjalannya sistem.

## 2. Pengujian Sensor Ultrasonik

Pengujian Sensor Ultrasonik bertujuan untuk mengetahui tingkat akurasi pembacaan jumlah botol yang melewati Sensor Ultrasonik untuk mengetahui jumlah botol yang telah terisi oleh air dan mengaktifkan Relay untuk menjalankan pompa. Hasil pengujian unjuk kinerja Sensor Ultrasonik dapat dilihat pada Tabel

4.2

**Tabel 4.2** Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik

Percobaan	Hasil	Respon Relay
Pertama	Terdeteksi	On
Kedua	Terdeteksi	On
Ketiga	Terdeteksi	On
Keempat	Terdeteksi	On
Kelima	Terdeteksi	On

Berdasarkan hasil pengujian unjuk kinerja Sensor Ultrasonik terlihat secara konsisten memiliki kepekaan pembacaan terhadap benda dan memberikan respon pada Relay dengan baik.

### 3. Pengujian Pembacaan LCD (*Liquid Crystal Display*)

Pengujian Pembacaan LCD (*Liquid Crystal Display*) bertujuan untuk menampilkan system monitoring jumlah debit air yang keluar dan jumlah botol yang telah terisi. Hasil pengujian pembacaan LCD (*Liquid Crystal Display*) dapat dilihat pada Tabel 4.3

**Tabel 4.3** Hasil Pengujian Pembacaan LCD (*Liquid Crystal Display*)

Percobaan	Jumlah Botol (Sensor Ultrasonik)	Debit air yang keluar (Sensor Water Flow)
Pertama	1 (satu)	196 ml
Kedua	2 (dua)	390 ml
Ketiga	3 (tiga)	590 ml
Keempat	4 (empat)	788 ml
Kelima	5 (lima)	985 ml

Berdasarkan hasil Pengujian Pembacaan LCD (*Liquid Crystal Display*) terlihat secara konsisten mampu menampilkan data actual dari setiap sensor.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. Kesimpulan**

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem mesin pengisi air otomatis berbasis Arduino Nano dengan menggunakan sensor ultrasonik, sensor aliran air (water flow), dan LCD untuk monitoring. Sistem ini terbukti efektif dalam mempercepat proses pengisian botol, serta dapat memberikan kontrol dan pemantauan yang akurat terhadap jumlah botol dan debit air yang terisi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor water flow memiliki margin error rata-rata 1.86%, yang masih dalam batas toleransi yang dapat diterima, sementara sensor ultrasonik menunjukkan respon yang konsisten dalam mendeteksi botol. LCD berhasil menampilkan data dengan akurat sesuai dengan hasil pembacaan dari sensor.

#### **B. Saran**

1. Peningkatan Akurasi: Meskipun hasil pengujian sensor water flow menunjukkan akurasi yang baik, penambahan kalibrasi atau algoritma koreksi dapat membantu mengurangi margin error lebih lanjut.
2. Optimasi Sistem: Pertimbangkan untuk mengintegrasikan sistem pengendalian yang lebih canggih untuk mengurangi delay pada proses pengisian dan meningkatkan efisiensi.

3. Pengembangan Fitur: Mengembangkan fitur tambahan, seperti koneksi IoT untuk pemantauan jarak jauh, dapat meningkatkan fleksibilitas dan kemudahan penggunaan sistem.
4. Evaluasi Lanjutan: Lakukan pengujian dalam kondisi operasional yang lebih beragam untuk memastikan kinerja sistem dalam situasi yang berbeda dan melakukan penyesuaian sesuai kebutuhan.
7. Perawatan dan Penggunaan: Menyediakan panduan perawatan dan penggunaan yang jelas untuk pengguna akhir agar sistem dapat berfungsi optimal dalam jangka panjang.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amin, M. (2020). Sistem Cerdas Kontrol Kran Air Menggunakan Mikrokontroler Arduino dan Sensor Ultrasonic. *Jurnal Nasional Informatika Dan Teknologi Jaringan*, 4(2), 55–59.
- Arif, I., Junaidi, & Yulfira. (2023). Perancangan Unit Pengisian Pada Mesin Pengisian Botol Otomatis Berbasis PLC. *Jurnal MESIL (Mesin Elektro Sipil)*, 3(2), 37–44. <https://doi.org/10.53695/jm.v3i2.818>
- Dida, N., & Watiasih, R. (2021). Aplikasi teknologi IoT pada sistem kontrol dan monitoring tandon air application of IoT technology in water tank control and monitoring systems. *Senter Vi 2021, November 2021*, 60–72. <https://senter.ee.uinsgd.ac.id/repositori/index.php/prosiding/article/view/senter2021p6>
- Ghaniyyah, F., & Eka Putri, R. (2023). Sistem Monitoring Penggunaan Air Kamar Kos. *Chipset*, 4(01), 80–87. <https://doi.org/10.25077/chipset.4.01.80-87.2023>
- Hanif, A. Ri. (2023). *RANCANG BANGUN ALAT FILLING CAPPING BERBASIS OUTSEAL PLC LAPORAN TUGAS AKHIR* Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Studi Jenjang Diploma Tiga Oleh.
- Qatrunnada, S. A., Oktarina, Y., Dewi, T., Ginting, E., & Risma, P. (2020). Sistem Kendali Pengisian Jus Otomatis Menggunakan Sensor Infrared Dan Waterflow Berbasis PLC. *Journal of Applied Smart Electrical Network and Systems*, 1(01), 1–5. <https://doi.org/10.52158/jasens.v1i01.26>
- Rahman, S. A., & Pramudijanto, I. J. (2019). Kontrol Kecepatan Motor Dc Dengan Beban Bandul. *Repository.Its.Ac.Id*. [https://repository.its.ac.id/62401/1/Buku Proyek Akhir.pdf](https://repository.its.ac.id/62401/1/Buku%20Proyek%20Akhir.pdf)
- Sam, N. N., Rifaldi, M., Wibowo, N. R., Nur, M., & Bosowa, P. (2020). Rancang Bangun Modul Praktik Load Cell dengan Kapasitas 20 Kg Berbasis Arduino Nano. *Mechatronics Journal in Professional and Entrepreneur*, 2(1), 21–26.
- Suharjono, A., Rahayu, L. N., & Afwah, R. (2015). Aplikasi Sensor Flow Water Untuk Mengukur Penggunaan Air Pelanggan Secara Digital Serta Pengiriman Data Secara Otomatis Pada PDAM Kota Semarang. *Jurnal TELE*, 13(1), 7–12. <https://jurnal.polines.ac.id/index.php/tele/article/view/151>
- Sujito, S., Dwi Mardika, A. R., & Nugroho, Z. S. (2022). Analisa Kapasitas dan Kebutuhan Daya Listrik untuk Mengoptimalkan Penggunaan Energi Listrik di Gedung G4 Universitas Negeri Malang. *Austenit*, 14(1), 17–23. <https://doi.org/10.53893/austenit.v14i1.4490>