

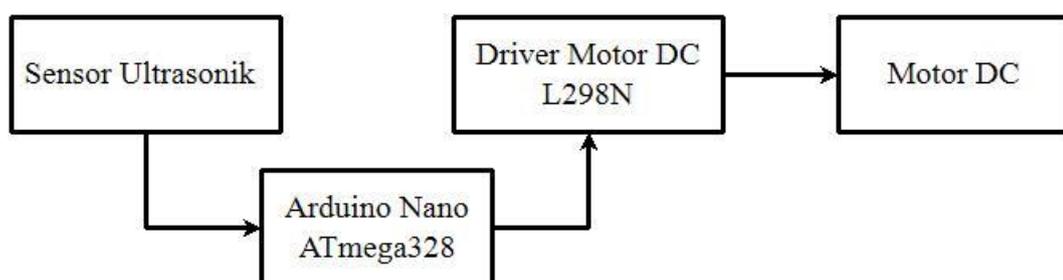
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas hasil dari sistem yang telah dirancang sebelumnya melalui percobaan dan pengujian. Bertujuan agar diperoleh data-data untuk mengetahui alat yang dirancang telah bekerja dengan baik atau tidak. Data yang diambil adalah tingkat ketelitian dari sensor *ultrasonic* sebagai pengukur jarak dan driver motor L298N berfungsi menggerakkan motor DC secara otomatis.

4.1 Blok Diagram Rangkaian

Alat ini memiliki tiga rangkaian. Rangkaian yang pertama adalah rangkaian mikrokontroler arduino nano yang merupakan monitoring dari alat ini. Rangkaian mikrokontroler ini memiliki ic ATmega328 yang berfungsi untuk menyimpan progam. Rangkaian kedua adalah rangkaian sensor ultrasonik. Rangkaian ketiga adalah rangkaian motor DC dengan IC L298 sebagai driver motor DC yang dimana rangkaian ini merupakan output dari rangkaian mikrokontroler. Driver motor L298N yang bertugas menggerakkan pintu secara otomatis.



Gambar 4.1 Diagram Blok Rangkaian

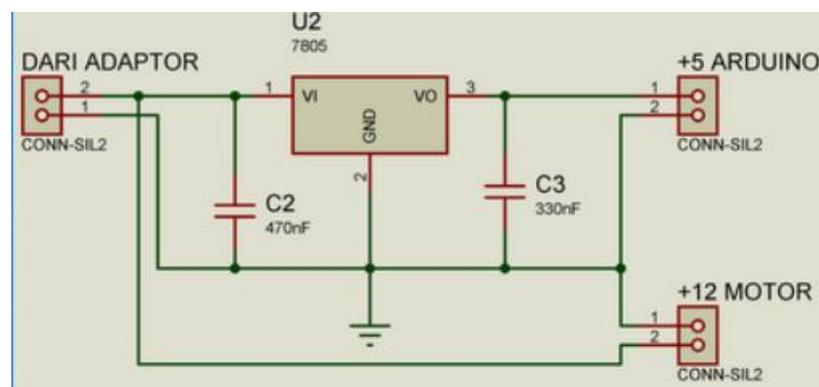
1. Sensor Ultrasonik mengukur jarak ketinggian air pada tambak kemudian akan memberikan input ke mikrokontroler. Kaki trigger dan echo pada sensor ultrasonik dihubungkan ke port A3 dan A2.

2. Sensor *ultrasonic* akan mendeteksi tinggi air kemudian dibaca oleh arduino nano yang nantinya akan sisambungkan pada rangkaian driver motor DC. Driver motor dihubungkan kepada arduino nano di port D11 dan D12.
3. IC L298 sebagai driver motor DC akan memberi masukan ke motor DC, sehingga motor DC dapat berputar.

4.2 Pengujian

4.2.1 Pengujian Rangkaian Catu Daya

Catu daya digunakan untuk mengubah tegangan 12V menjadi tegangan 5V yang dibutuhkan oleh rangkaian mikrokontroler. IC 7805 merupakan IC yang dirancang khusus sebagai regulator tegangan. Masukan tegangan DC yang bervariasi maka akan didapatkan tegangan 5V yang stabil. Gambar 4.2 merupakan rangkaian catu daya yang digunakan untuk tegangan mikrokontroler arduino nano.



Gambar 4.2 Rangkaian Catu Daya

Sesuai gambar 4.2 maka didapatkan hasil pengujian seperti tabel dibawah ini.

Tabel 4.1 Pengujian Rangkaian Catu Daya

Percobaan	Voltage
1	4,89 Volt
2	4,90 Volt
3	4,86 Volt

Angka yang ditunjukkan di multimeter menunjukkan tegangan yang akan digunakan adalah hampir mendekati 5V, maka rangkaian catu daya tersebut bisa digunakan kerangkaian.

4.2.2 Pengujian Sensor Ultrasonik

Sensor *ultrasonic* bekerja dengan memancarkan gelombang *ultrasonic* menuju permukaan air dan memantulkannya kearah sensor (*receiver*). Sehingga secara matematis besarnya jarak dapat dihitung sebagai berikut :

$$S = \frac{V \times t}{2} \dots\dots\dots 4.1$$

Keterangan :

S = Jarak terukur (m)

V = Kecepatan suaraa (340 m/s)

t = waktu tempuh (s)

Modul sensor *ultrasonic* akan mengirimkan suara *ultrasonic* ketika ada pulsa *trigger* dari mikrokontroller (*trigger* = 1 selama 15 us). Suara *ultrasonic* dengan frekuensi sebesar 40KHz akan dipancarkan selama 100 us oleh modul ultrasonic. Suara ini akan merambat pada udara dengan kecepatan 344.424 m/s

(atau 1 cm setiap 29.034 us), yang kemudian mengenai objek sehingga dipantulkan kembali ke modul sensor *ultrasonic*. Selama menunggu pantulan sinyal *ultrasonic* dari bagian *transmitter*. Modul sensor *ultrasonic* ini akan menghasilkan sebuah pulsa, pulsa ini akan berhenti (*low*) ketika suara pantulan terdeteksi. Oleh karena itulah lebar pulsa tersebut dapat mempresentasikan jarak antara modul sensor ultrasonic dengan objek.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Jarak Menggunakan Sensor Ultrasonik

PEMBANDING	UJI 1	UJI 2	UJI 3	RATA-RATA	Uji 1 Error	Uji 2 Error	Uji 3 Error	Error %
CM	CM	CM	CM	CM	%	%	%	%
0	4	4	4	4	-	-	-	-
1	1	1	1	1	0	0	0	0
2	2	2	2	2	0	0	0	0
3	3	3	3	3	0	0	0	0
4	4	4	4	4	0	0	0	0
5	5	5	5	5	0	0	0	0
6	6	6	6	6	0	0	0	0
7	7	7	7	7	0	0	0	0
8	8	8	8	8	0	0	0	0
9	9	9	9	9	0	0	0	0
10	10	10	10	10	0	0	0	0
11	11	11	11	11	0	0	0	0
12	12	13	12	12	0	8,33333	0	2,77778
13	13	13	14	13	0	0	7,69231	2,5641
14	15	14	14	14	-7,1429	0	0	2,38095
15	15	16	15	15	0	6,66667	0	2,22222
% ERROR								-0,663

Berdasarkan dari pengujian tabel 4.2, hasil pengujian dengan menggunakan variabel ketinggian dari 0 – 15 cm menunjukkan tingkat rata-rata error yang kecil yaitu sebesar - , Besar presentase *error* dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Error (\%)} = \frac{[\text{selisih in-out}]}{\text{input}} \times 100 \% \dots\dots\dots 4.2$$

Pada jarak 15 cm, maka perhitungannya adalah :

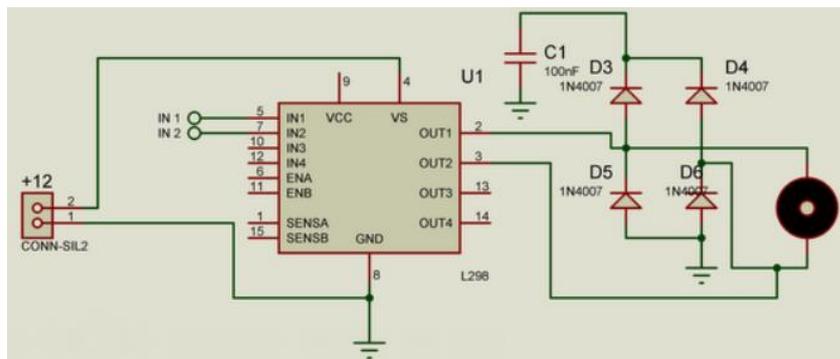
$$\text{Error (\%)} = \frac{[15-16]}{15} \times 100 \%$$

$$\text{Error (\%)} = 6,66667$$

Tingkat error terbesar yaitu pada ketinggian air 0 cm, yaitu keluaran dari sensor adalah 4 cm. Hal ini dikarenakan batas ukur minimal sensor ultrasonik adalah 4 cm. sehingga ketika mengukur jarak kurang atau sama dengan 4 maka sensor akan menghasilkan nilai jarak 4 cm.

4.2.3 Pengujian Motor DC

Rangkaian driver motor memiliki sebuah IC L298N yang berfungsi sebagai driver motor DC dan satu buah motor DC yang berfungsi menggerakkan pintu otomatis. Dengan melakukan percobaan sesuai gambar 4.3 dibawah ini.



Gambar 4.3 Rangkaian Driver Motor DC

Dengan memberi input HIGH atau LOW pada IC L298N didapatkan hasil seperti tabel di bawah ini :

Tabel 4.3 Percobaan Motor DC

Port 11	Port 12	Motor DC
HIGH	HIGH	BERHENTI
LOW	HIGH	CW
HIGH	LOW	CCW
LOW	LOW	BERHENTI

Melihat hasil dari tabel diatas menunjukkan bahwa rangkaian motor DC dapat berfungsi dengan baik dan siap digunakan.

4.3 Pemrograman Alat

Proses pemrograman dilakukan setelah alat selesai dibuat. Seluruh rangkaian tersebut diuji apakah sudah sesuai, dan tidak ada kesalahan dalam rangkaian. Kemudian progam dimasukkan kedalam mikrokontroler arduino nano Atmega328 dan mikrokontroler dapat menampilkan hasilnya, maka alat dalam keadaan baik.

Untuk mendownload progam ke mikrokontroler arduino nano Atmega328 diperlukan software arduino yang di instal kedalam leptop atau kedalam PC. Di tugas akhir ini menggunakan software arduino IDE 1.81, yang dimana setelah penginstalan selesai dibutuhkan software tambahan yaitu CH341SER agar usb dileptop atau PC dapat mendeteksi usb sambungan dari arduino.

4.3.1 Source Code Pada Arduino Nano Atmega328

Arduino Nano Atmega328 bertugas sebagai penerima (*receivier*) data dari leptop atau pengirim (*transmitter*). Untuk mengontrol keseluruhan komponen baik *input* maupun *output* sesuai dengan yang dibutuhkan pada penelitian ini, Arduino

Nano Atmega328 di program menggunakan *software* Arduino IDE berdasarkan *source code* di bawah ini :

a. Pengaturan atau `void setup ()`

Pengaturan atau fungsi `void setup ()` berguna untuk menginisialisasi variabel, *mode pin*, memulai menggunakan *library*, memulai komunikasi serial, dll. Fungsi pengaturan ini hanya akan berjalan sekali, yaitu setiap *powerup* atau *restart board* Arduino.

```
void setup()
{
  lcd.begin(16, 2);
  pinMode (MODE, INPUT_PULLUP);
  pinMode (TOMBOL_UP, INPUT_PULLUP);
  pinMode (TOMBOL_DOWN, INPUT_PULLUP);
  pinMode (LED_MERAH, OUTPUT);
  pinMode (LED_HIJAU, OUTPUT);
  pinMode (trigpin, OUTPUT);
  pinMode (echopin, INPUT );
}
```

b. Eksekusi Perintah Program atau `void loop ()`

Eksekusi Perintah Program atau `void loop ()` berfungsi untuk mengeksekusi perintah program yang telah dibuat. Fungsi ini akan secara aktif mengontrol *board* Arduino baik membaca *input* ataupun merubah *output*.

```
void loop ()           //program utama arduino
{
  .....
  .....
  .....
}
```

4.3.2 Program Tombol Otomatis dan Manual

1. Program Tombol Otomatis

Program tombol otomatis merupakan program yang disusun agar pintu pada tambak bekerja secara otomatis berdasarkan *input* dari *sensor ultrasonic*. *Sensor ultrasonic* membaca ketinggian air pada tambak prototipe yang dimana apabila air kurang dari 15 cm maka pintu secara otomatis terbuka. Setelah sensor ultrasonic mengukur ketinggian air telah mencapai 15 cm, maka pintu secara otomatis akan tertutup. Dibawah ini merupakan program pintu otomatis :

```
if (tombolMode == HIGH)      //pilih mode otomatia
{
  {
    digitalWrite(trigpin, LOW);    //sensor ultrasonic
    delayMicroseconds(2);
    digitalWrite(trigpin, HIGH);
    delayMicroseconds(10);
    durasi = pulseIn (echopin, HIGH);
    jarak = durasi / 58.2;
    tair = 27 - jarak;
    delay (100);
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Water Level :");
    lcd.print(tair);
    delay (100);
    lcd.setCursor(2, 1);
    lcd.print("Door Closed");
    delay (500);

    if ((tair >= 14) && (tair < 15)) {
      delayMotorDiam = 4000;
      PINTU_BUKA__TUTUP_OTOMATIS();
    }
    if ((tair >= 13) && (tair < 14)) {
      delayMotorDiam = 8000;
      PINTU_BUKA__TUTUP_OTOMATIS();
    }
    else {
      kondisi = true;
    }
  }
}
```

Dibawah ini merupakan mode otomatis yang tertera pada LCD :



Gambar 4.4 Mode Otomatis Pada LCD

2. Progam Tombol Manual

Progam tombol manual adalah program yang disusun untuk pintu pada tambak agar pintu dapat dibuka atau ditutup secara manual. Dengan menekan tombol mode pada alat maka secara otomatis akan berpindah menjadi mode manual. Penggunaan mode manual digunakan ketika setelah pengurasan pada tambak selesai dan memerlukan pengisian air yang banyak. Dibawah ini merupakan gambar program mode manual :

```
if (tombolMode == LOW)           //pilih manual mode
{
  int tombolUp = digitalRead(TOMBOL_UP);
  int tombolDown = digitalRead(TOMBOL_DOWN);
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print(" MANUAL MODE ");

  if ((tombolUp == LOW) and (tombolTambahkan != tombolUp))
  {
    PINTU_TUTUP_MULAI();
    lcd.setCursor(2, 1);
    lcd.print("Door Closed");
  }

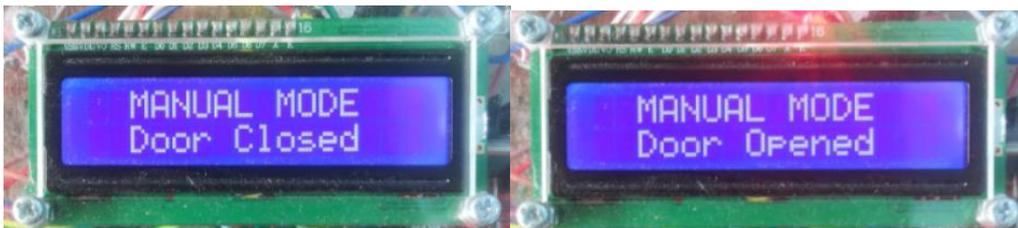
  if ((tombolUp == HIGH) and (tombolTambahkan == tombolUp))
  {
    motor_diam();
    tombolTambahkan = LOW;
  }
}
```

```

if ((tombolDown == LOW) and (tombolTambah = tombolDown))
{
  PINTU_BUKA_MULAI();
  lcd.setCursor(2, 1);
  lcd.print("Door Opened");
}
if ((tombolDown == HIGH) and (tombolTambah != tombolDown))
{
  motor_diam();
  tombolTambah = HIGH;
}
}

```

Dibawah ini merupakan mode manual yang tertera pada LCD di mikrokontroler :



Gambar 4.5 Mode Manual Pada LCD

4.3.3 Progam Sensor Ultrasonic

Penampung Air pada tambak prototiepe yang akan diukur volumenya menggunakan sensor *ultrasonic* merupakan sebuah bangun ruang berbentuk balok dengan ukuran 40 cm x 30 cm x 27 cm. Dengan memanfaatkan volume tetap pada penampung air tersebut maka dapat dihitung volume air dengan berdasar pada jarak terukur oleh sensor *ultrasonic*. Karena sensor *ultrasonic* hanya dapat digunakan untuk mengukur jarak antara objek dengan sensor, maka untuk mengukur nilai tinggi air pada penampung air tersebut dapat dihitung dengan persamaan :

$$T_{air} = T_{bak} - J \dots\dots\dots 4.3$$

Keterangan :

Tair : Tinggi air (cm)

Tbak : Tinggi maksimal bak penampung air (cm)

J : Jarak terukur sensor ultrasonik (cm)

Maka pada program pengukuran tinggi air dapat dituliskan sebagai berikut:

```
digitalWrite(trigpin, LOW); //sensor ultrasonic
delayMicroseconds(2);
digitalWrite(trigpin, HIGH);
delayMicroseconds(10);
durasi = pulseIn (echopin, HIGH);
jarak = durasi / 58.2;
tair = 27 - jarak;
delay (100);
```

4.3.3.1 Pengukuran Tinggi Air Dengan Memperhatikan Gelombang Air

Pada saat tambak dalam pengisian air ke dalam tambak, air yang masuk kedalam tambak mengalir dengan deras hingga tinggi air mencapai yang diinginkan. Gelombang air yang pada saat air masuk kedalam tambak, sangat mempengaruhi keakuratan pembacaan sensor *ultrasonic*. sehingga diperlukan program tambahan pada sensor ultrasonik untuk menstabilkan pengukuran.

```
for ( count = 0; count <= 5; count++) {
  adc1 = jarak;
  if ( adc1 > dataMax ) dataMax = adc1;
  if ( adc1 < dataMin ) dataMin = adc1;
  delay(100);
}
dataAv=abs((dataMax+dataMin)/2);
tair = 27 - dataAv;
delay (100);
```

Program diatas merupakan salah satu program sensor ultrasonic yang dimana untuk mengukur tinggi dan rendahnya gelombang pada saat air masuk kedalam tambak. Pada saat air masuk, puncak tinggi gelombang dan lembah rendah gelombang yang dihasilkan dibaca oleh sensor ultrasonic dan diambil rata-rata dari keduanya dengan puncak ditambah lembah gelombang dan dibagi dua. Sehingga menghasilkan rata-rata yang diinginkan.

4.3.4 Program Motor DC

Pengujian motor DC pada tabel 4.3 didapatkan hasil ketika port 11 dan port 12 berlogika High dan low semua maka motor DC akan berhenti. Motor DC akan berputar searah jarum jam (CW) ketika port 11 berlogika LOW dan port 12 berlogika HIGH. Ketika motor DC berputar berlawanan arah jarum jam (CCW) maka port 11 berlogika HIGH dan port 12 berlogika LOW. Keterangan tersebut dihasilkan oleh program yang telah dimasukkan ke dalam bord arduino Nano yang tertera pada potongan program dibawah ini.

```
3void motor_diam()      //dasar buat motor driver
{
  digitalWrite (12, LOW);
  digitalWrite (11, LOW);
}

void motor_tutup()
{
  digitalWrite (12, HIGH);
  digitalWrite (11, LOW);
  LED_HIJAU_OFF();
  LED_MERAH_ON();
  lcd.setCursor(2, 1);
  lcd.print("Door Closed");
}
```

```

void motor_buka()
{
  digitalWrite (12, LOW);
  digitalWrite (11, HIGH);
  LED_HIJAU_ON();
  LED_MERAH_OFF();
  lcd.setCursor(2, 1);
  lcd.print("Door Opened");
}

```

4.3.5 Progam Interrupt

Progam interrupt merupakan program yang ditambahkan guna mestabilkan program pada mikrokontroler. Fungsi program interrupt adalah mekanisme pengalihan atau penghentian pengolahan intruksi di CPU kepada routine interupsi. Hampir semua modul I/o dan memori memiliki mekanisme yang dapat menginterupsi kerja CPU.

```

noInterrupts();    // disable all interrupts
TCCR1A = 0;
TCCR1B = 0;

TCNT1 = 34286;    // preload timer 65536-16MHz/256/2Hz
TCCR1B |= (1 << CS12); // 256 prescaler
TIMSK1 |= (1 << TOIE1); // enable timer overflow interrupt
interrupts();
}

ISR(TIMER1_OVF_vect) // interrupt service routine that wraps a user defined
function supplied by attachInterrupt

```

Tujuannya adalah secara umum untuk menejemen pengekseskuan routine intruksi supaya efektif dan efisien antara CPU dan modul – modul I/o maupun memori. Setiap komponen dapat menjalankan tugasnya secara bersamaan, akan tetapi kendali tetap terletak pada CPU. Disamping itu kecepatan eksekusi masing

– masing modul berbeda, sehingga dengan adanya fungsi interupsi ini dapat sebagai sinkronisasi kerja antara modul.

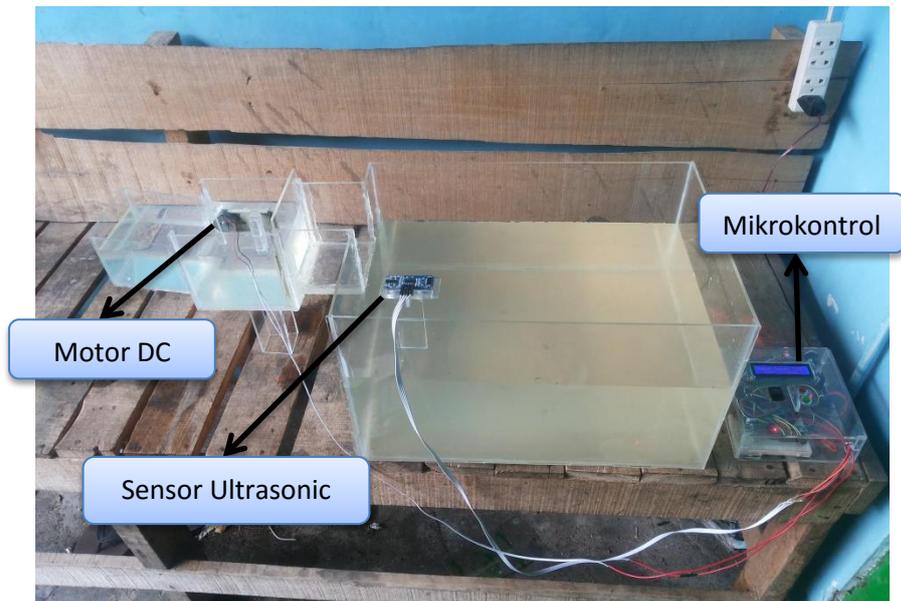
4.4 Pengujian Alat Keseluruhan

Alat ini dibuat dan dirancang menggunakan sensor ultrasonic sebagai pengukur ketinggian air pada tambak prototipe, bertujuan pintu pada irigasi air tambak bekerja secara otomatis. Untuk menggerakkan motor DC digunakan IC L298N sebagai *driver motor*. IC L298N ini berfungsi untuk mengendalikan putaran motor DC agar dapat bergerak untuk membuka dan menutup pintu. Mikrokontroler Arduino Nano Atmega328 digunakan sebagai pengendali dari alat ini. Rangkaian tersebut dihubung dengan catu daya 5V.

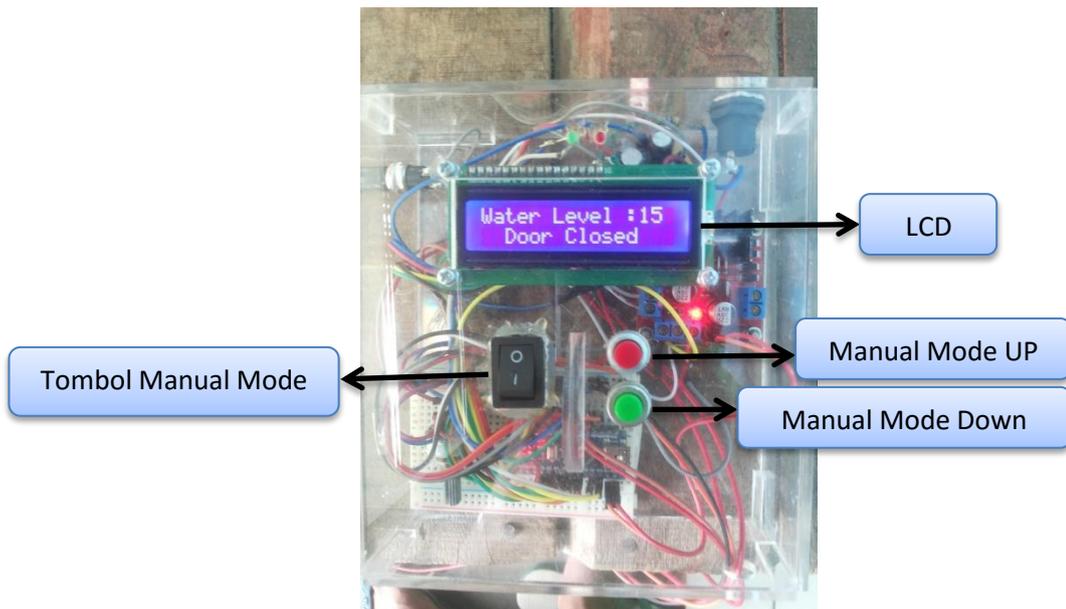
Kondisi pertama yang dilakukan adalah sensor *ultrasonic* dalam keadaan normal dan pintu masih dalam keadaan tertutup, dimana port 11 dan port 12 berlogika HIGH semua. Setelah sensor ultrasonic mendeteksi tinggi air kurang dari 15 cm maka LED indikator pada mikrokontroler akan menyala, port 11 akan berlogika HIGH dan port 12 akan berlogika LOW. Maka pintu pada tambak prototipe akan membuka secara otomatis. Setelah tinggi air mencapai 15 cm port 11 akan berlogika LOW dan port 12 akan berlogika HIGH pintu akan tertutup secara otomatis. Setelah pintu mencapai dasar port 11 dan port 12 akan berlogika LOW semua dan pintu akan tertutup.

Kondisi kedua adalah dimana pintu dikendalikan secara manual oleh operator. Pintu dibuka secara manual oleh operator ketika operator menekan tombol merah pada mikrokontroler, port 11 berlogika HIGH dan port 12 berlogika LOW. Untuk menutup pintu, operator menekan tombol hijau pada mikrokontroler, dimana port 11 berlogika LOW dan port 12 berlogika HIGH.

Dibawah ini merupakan bentuk fisik keseluruhan alat :



Gambar 4.6 bentuk keseluruhan alat dengan mikrokontroler



Gambar 4.7 bentuk fisik mikrokontroler Tanpak Dari Atas