

PERANCANGAN SISTEM KONTROL KINCIR AIR OTOMATIS UNTUK TAMBAK UDANG

Noorly Evalina, Mhd Aji Sahputra, Faisal Irsan Pasaribu, Abdul Azis H.

Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Jl. Kapten Mukhtar Basri No 3, Medan Indonesia, kode pos 20238

noorlyevalina@umsu.ac.id

Abstrak

Kualitas air yang baik sangat dibutuhkan pada usaha budidaya udang vanname, kualitas air yang buruk akan mengakibatkan kegagalan panen atau udang yang dibudidayakan akan mati, untuk menghasilkan kualitas air yang baik khusus udang yang berumur 1-30 hari petani tambak menggunakan kincir air yang dihidupkan selama 3 jam dan mati selama 1 jam demikian terus menerus, sehingga dibutuhkan suatu kincir air beroperasi secara otomatis, metode yang digunakan yaitu dengan membuat perancangan sistem kontrol pada kincir air secara otomatis berdasarkan pengaturan waktu. Perancangan hardware pada komponen yang terdiri atas perancangan sumber tegangan dengan sumber tegangan 220 volt memberi supply tegangan pada kontaktor sedangkan sumber tegangan 12 volt DC digunakan untuk komponen lainnya. Perancangan tombol ON/OFF, perancangan LCD, serta perancangan motor listrik. Perancangan software menggunakan Arduino IDE yang digunakan untuk membuat program untuk sistem kontrol kincir air otomatis. Bahasa pemrograman dari software Arduino IDE adalah bahasa C digunakan untuk merancang software push button atau tombol ON/OFF, software kontaktor dan software LCD. Pengiriman data ke modul Arduino Uno pada software Arduino IDE, kemudian dilakukan simulasi percobaan pada alat sistem kontrol kincir air otomatis dan langkah terakhir adalah pengujian pada rangkaian sistem kontrol. Hasil pengujian memperlihatkan motor induksi, kincir air dan LCD setiap 3 jam sekali bekerja, dan setiap 1 jam sekali berhenti.

Kata Kunci : Kincir Air, Arduino Uno, LCD, Tombol ON/Off

I. PENDAHULUAN

Budidaya tambak udang vanmei harus memperhatikan kualitas air yang digunakan, pengelolaan kualitas air yang baik dapat membantu pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang vanname yang dibudidayakan, parameter kualitas air yang layak pada budidaya udang vanname, pH air atau derajat keasamaan air adalah 7,5 sampai 8,5[1].

Usaha budidaya udang vanname (Litopenaus vanname) merupakan satu jenis usaha perikanan. pertumbuhan udang berbanding lurus dengan kesuburan lingkungan tambak, saat tambak sedang beroperasi perlu diperhatikan mengenai pengaturan pakan, pengelolaan air, pengaturan lumpur dan tanah dasar, pengaturan plankton, perkiraan populasi dan lain sebagainya, kadar oksigen merupakan salah satu kualitas air yang harus diutamakan, penyuplaian kadar oksigen ke dalam air dapat dilakukan dengan bantuan alat mekanik yang disebut kincir air[2].

Petani tambak menggunakan kincir air untuk sistem aerasinya, yang dianggap bisa untuk mengoptimalkan kualitas air pada tambak, kincir air dinyalakan pada waktu malam hari, karena pada malam hari tidak ada cahaya matahari sehingga tidak terjadi proses fotosintesis. Oleh karena itu, kincir dinyalakan agar dapat membantu mengoptimalkan kualitas air seperti oksigen terlarut dan suhu didalam air tambak.

Penelitian ini mengembangkan sebuah sistem kontrol kincir air otomatis pada tambak udang dengan secara real time berdasarkan waktu untuk bekerja selama 3 jam dan berhenti bekerja selama 1

jam, demikian terjadi terus menerus agar pembudidayaan udang yang berumur 1-30 hari bisa berlangsung dengan baik.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Kadar oksigen yang baik untuk tambak udang berkisar 4-6 ppm, tambak akan memiliki angka oksigen terlarut cukup tinggi jika terjadi proses fotosintesis oleh plankton[3], tapi kebutuhan oksigen tersebut tidak cukup untuk biota dan proses-proses yang terjadi di dalam tambak, kincir air diharapkan mampu memperbaiki kualitas oksigen dan mengantisipasi terjadinya kekurangan oksigen dan mengurangi CO₂ pada tambak udang[4].

Kualitas air yang baik sangat dibutuhkan pada usaha budidaya udang vanname[5], kualitas air yang buruk akan mengakibatkan kegagalan panen atau udang yang dibudidayakan akan mati[6], untuk menghasilkan kualitas air yang baik petani tambak menggunakan kincir air yang dihidupkan selama 3 jam dan mati selama 1 jam demikian terus menerus, penelitian ini dilakukan untuk merancang suatu alat yang dapat mengontrol hidup matinya kincir air secara otomatis di tambak udang.

Kincir air berfungsi membantu mengatur kadar suhu dan oksigen terlarut secara langsung ke dalam air, mensirkulasi atau mencampur lapisan atas air dengan dasar air untuk memastikan kandungan oksigen di dalam air benar-benar merata, memindahkan air yang telah teraerasi

dengan cepat ke area sekelilingnya sehingga area yang belum teraerasi dapat teraerasi.

Perancangan peralatan sistem kontrol membutuhkan arus searah (Direct Current, DC) dengan tegangan sebesar 12 volt DC untuk supplay Arduino Uno dan 5 volt DC untuk supplay LCD, untuk beroperasi sehingga dibutuhkan alat yang mengubah arus listrik AC menjadi DC ini disebut dengan DC Power Supply[7].

Arduino UNO adalah sebuah board mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega328. Arduino UNO mempunyai 14 pin digital input/output (6 di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah osilator Kristal 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah power jack, sebuah ICSP header, dan sebuah tombol reset. Arduino UNO memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, mudah menghubungkannya ke sebuah computer dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya. Arduino UNO berfungsi sebagai mikrokontroler atau sebagai otak yang mengendalikan sistem[8].

LCD 16x2 adalah salah satu penampil yang sangat populer digunakan sebagai interface antara mikrokontroler dengan usernya[9]. Dengan penampil LCD 16x2 ini user dapat melihat/memantau keadaan sensor ataupun keadaan jalannya program. Penampil LCD 16x2 ini dihubungkan dengan mikrokontroler.

TRIAC adalah perangkat semikonduktor berterminal tiga yang berfungsi sebagai pengendali arus listrik[7][10]. Nama TRIAC ini merupakan singkatan dari TRIode for Alternating Current (Trioda untuk arus bolak balik). Sama seperti SCR, TRIAC juga tergolong sebagai Thyristor yang berfungsi sebagai pengendali atau Switching. Namun, berbeda dengan SCR yang hanya dapat dilewati arus listrik dari satu arah (unidirectional), TRIAC memiliki kemampuan yang dapat mengalirkan arus listrik ke kedua arah (bidirectional).

Kontaktor dapat memutus arus melalui berbagai arus, dari beberapa ampere hingga ribuan ampere, dan tegangan mulai dari 24 Volt DC hingga ribuan volt[11]. Area aplikasi kontaktor yang paling umum adalah beban arus tinggi. Kontaktor dikenal karena kemampuannya menangani arus lebih dari 5000 Ampere dan daya tinggi lebih dari 100 kW. Arus motor yang berat menghasilkan busur saat terganggu. Busur ini dapat dikurangi dan dikendalikan menggunakan kontaktor. Prinsip kerja kontaktor sama seperti relay, dalam kontaktor terdapat beberapa saklar yang dikendalikan secara elektromagnetik. Pada suatu kontaktor terdapat saklar dengan jenis NO (Normaly Open) dan NC (Normaly Close) dan sebuah kumparan atau coil elektromagnetik untuk mengendalikan saklar tersebut.

Modul step down LM2596 adalah perangkat siap pakai yang cara kerjanya dapat menurunkan tegangan pada listrik DC. Modul step down sangat

banyak digunakan sebagai perangkat tambahan supply daya pada project project elektronika, arduino, aeromodelling, robotik.

Relay Arduino yaitu komponen elektronika yang berupa saklar atau switch elektrik yang dioperasikan menggunakan listrik. Relay terdiri dari coil dan contact, coil adalah gulungan kawat yang mendapat arus listrik, sedangkan contact adalah sejenis saklar yang pergerakannya tergantung dari ada tidaknya arus listrik di coil[12]. Peristiwa tertutup dan terbukanya kontaktor ini terjadi akibat adanya efek induksi magnet yang timbul dari kumparan induksi listrik. Fungsi modul relay adalah sebagai saklar elektrik. Dimana ia akan bekerja secara otomatis berdasarkan perintah logika yang diberikan. Relay 5 volt DC digunakan untuk membuat project yang salah satu komponennya butuh tegangan tinggi atau yang sifatnya AC (*Alternating Current*). Kegunaan relay Arduino secara lebih spesifik adalah menjalankan fungsi logika dari mikrokontroler Arduino, mengendalikan tegangan tinggi hanya dengan menggunakan tegangan rendah, meminimalkan terjadinya penurunan tegangan, memungkinkan penggunaan fungsi penundaan waktu atau fungsi time delay function.

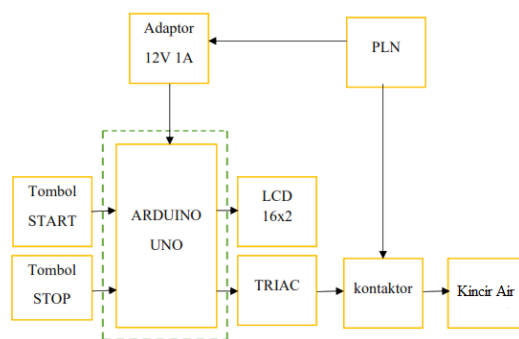
MCB digunakan agar beban berlebih yang masuk ke sistem bisa terlindungi, sistem kontrol secara otomatis memutus arus listrik bila arus yang masuk ke sistem melebihi batas arus nominal..

III. METODE PENELITIAN

Metode penelitian dilakukan dengan membuat perancangan hardware dan software.

3.1 Perancangan perangkat keras (hardware)

Perancangan perangkat keras (hardware) yang dilakukan sesuai dengan Blok diagram dari sistem kontrol dapat dilihat pada Gambar 1.



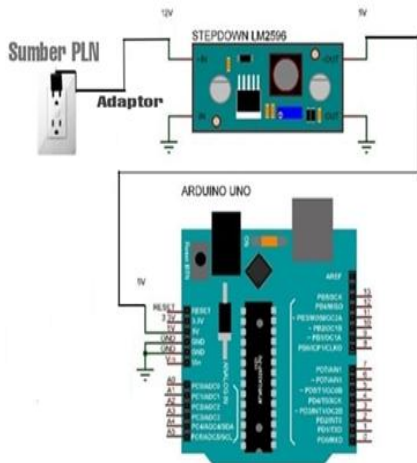
Gambar 1. Blok diagram sistem kontrol kincir air

Diagram blok pada Gambar 1, menyatakan dengan sederhana hubungan masukan dalam hal ini adanya sumber tegangan AC dan DC, tombol ON/OFF dan proses yang dilakukan Arduino Uno sebagai otak dari sistem kontrol dan keluaran berupa bekerja dan tidak bekerjanya kincir air

sesuai waktu yang dibutuhkan dapat diketahui dari indikator yang ditampilkan LCD.

3.2 Perancangan Sumber tegangan

Perancangan Sumber tegangan digunakan untuk memberikan daya pada Arduino yang digunakan untuk mengontrol motor. Dapat dilihat pada Gambar 2

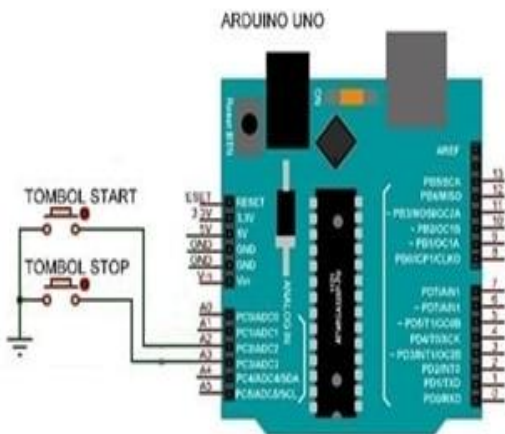


Gambar 2. Perancangan sumber tegangan

Gambar 2. Memperlihatkan adaptor terhubung pada sumber 220 volt AC yang disediakan PT. PLN yang kemudian terhubung pada pin 5v dan pin Gnd pada Arduino

3.3 Perancangan tombol on/off

Perancangan tombol on/off digunakan sebagai sakelar yang digunakan untuk menghidupkan dan mematikan sistem kontrol otomatis, Gambar 3.

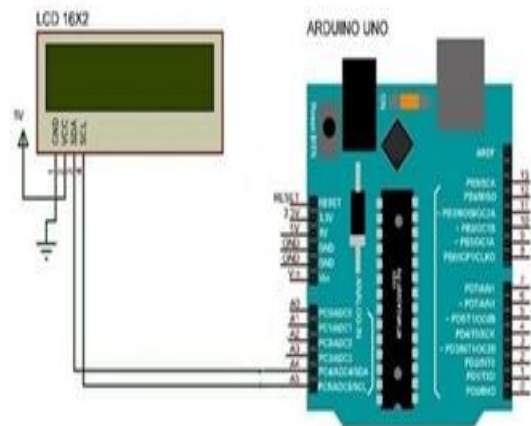


Gambar 3. Perancangan tombol ON/OFF

Gambar 3. Memperlihatkan kondisi jika tombol nyala ditekan maka tegangan akan masuk ke relay melalui tombol padam, kemudian relay akan aktif dan NO dalam keadaan kontak dan mengunci tegangan tetap masuk ke coil relay dan mengunci posisi relay aktif. Jika tombol padam ditekan dalam

keadaan rangkaian aktif, maka suplai kunci akan terputus dan relay kembali nonaktif.

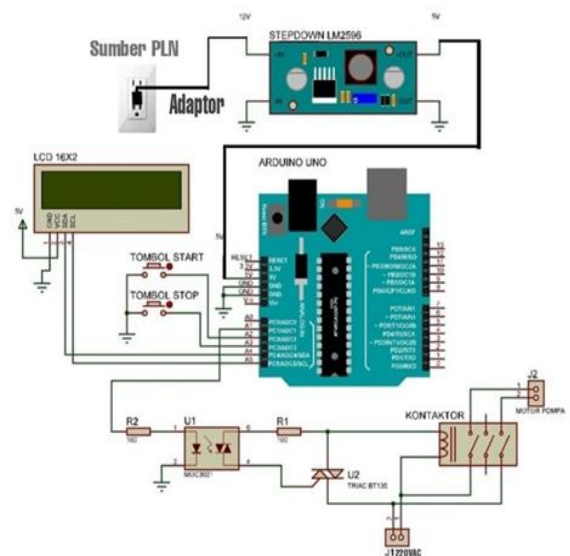
Perancangan LCD pin 5v dihubungkan pada pin vcc, kemudian pin Gnd dihubungkan pada pin Gnd, selanjutnya pin SDA dihubungkan pada pin A4 dan pin SCL dihubungkan pada pin A5. Diperlihatkan Gambar 4.



Gambar 4. Perancangan LCD

Perancangan LCD pada Gambar 4. Memperlihatkan bahwa LCD berfungsi menyatakan Kincir air bekerja dan tidak bekerja berdasarkan waktu yang telah direncanakan berdasarkan perintah dari Arduino Uno.

Perancangan keseluruhan alat kontrol hidup dan matinya kincir air otomatis dapat diperlihatkan Gambar 5.



Gambar 5. Rangkaian keseluruhan sistem kontrol kincir air

Gambar 5. memperlihatkan sistem kerja dari alat ini adalah menggunakan tombol push button untuk menghidupkan alat kontrol. Arduino Uno adalah sebagai otak dari sistem yang dirancang untuk menerima data-data dari komponen seperti jika tombol push button START ditekan, maka

Kontaktor hidup dan timer akan aktif, arduino akan menerima tegangan listrik dari PLN yang kemudian akan meneruskan perintah ke TRIAC yang berfungsi sebagai pengendali arus listrik yang sebelumnya diteruskan terlebih dahulu ke MOC3021 untuk menggerakkan TRIAC. Setelah itu kontaktor akan bekerja dan akan menghidupkan motor pompa. Selanjutnya untuk timer yang sebelumnya di setting atau di coding pada software ARDUINO IDE diatur dengan setiap 3 jam motor beserta kincir air akan menyala terus dan akan mati selama 1 jam. Untuk tampilan waktu beroperasinya motor dan kincir air bisa dilihat pada LCD 16x2 yang sudah terhubung pada arduino uno yang tertera pada sistem.

Setelah perancangan hardware, dilanjutkan dengan perancangan software menggunakan Arduino IDE yang digunakan untuk membuat program untuk sistem kontrol kincir air otomatis. Bahasa pemrograman dari software Arduino IDE adalah bahasa C digunakan untuk merancang software push button atau tombol ON/OFF, software kontaktor dan software LCD.

Setelah perancangan hardware dan software dilakukan, langkah selanjutnya adalah pengiriman data ke modul Arduino Uno pada software Arduino IDE, kemudian dilakukan simulasi percobaan pada alat sistem kontrol kincir air otomatis dan langkah terakhir adalah pengujian pada rangkaian sistem kontrol yang telah dibuat, untuk mengetahui apakah sistem yang telah dikerjakan bekerja dengan baik.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan dari penelitian ini diperoleh dengan melakukan pengujian perangkat keras yaitu pengujian terhadap :

- Catu Daya
- Tombol ON/OFF
- LCD
- Kontaktor
- Kincir Air

Pengujian power supply dilakukan pengukuran langsung menggunakan alat ukur multimeter yakni dengan cara mengukur dari tegangan yang masuk ke Arduino dan keluaran dari Arduino. Pengujian bahwa komponen power supply memiliki kondisi yang baik dan dapat berfungsi. Pada hasil pengukuran hasil dari tegangan keluaran adaptor yakni sebesar 12,12V. Dapat digunakan pada Arduino Uno.

Pengujian tombol on/off dilakukan dengan cara mengukur tegangan pada push button menggunakan alat ukur multimeter. Hasil pengujian tombol on/off memiliki kondisi yang baik dan dapat berfungsi sesuai yang diinginkan dan tegangan yang dihasilkan sebesar 4,98 Volt.

Pengujian LCD juga dengan metode yang sama yakni dengan cara mengukur tegangan menggunakan alat ukur multimeter dan ingin memastikan apakah lcd yang dipakai dapat berfungsi sesuai yang diinginkan atau tidak. hasil pengukuran menunjukkan

tegangan yang masuk sebesar 4,99 Volt dan LCD berfungsi dengan baik.

Pengujian kontaktor dilakukan dengan cara mengukur tegangan menggunakan alat ukur multimeter dan ingin memastikan apakah kontaktor yang dipakai dapat berfungsi sesuai yang diinginkan atau tidak. Hasil pengukuran menunjukkan tegangan yang masuk sebesar 205,5 V dan kontaktor dapat berfungsi dengan kondisi yang baik.

4.1 Pengujian Software Sistem Kontrol Kincir Air

Pengujian pemrograman *software* sistem kontrol berdasarkan bekerja dan tidak bekerjanya kincir air berdasarkan waktu yang telah ditetapkan dilakukan dengan simulasi untuk melihat *software* bekerja membuat kincir air bekerja selama 3 jam dan tidak bekerja selama 1 jam, adapun pengujian pemrograman *software* yang dilakukan pada tombol push Button, tombol ON/OFF, kontaktor dan LCD.

4.2 Pengujian software push button

Pengujian *software push button* digunakan untuk menguji apakah tombol ON/OFF yang dirancang pada alat dapat berjalan sesuai yang diinginkan atau tidak Adapun hasil pengujian *software push button* dapat dilihat pada Gambar 6.



```

Test_Tombol | Arduino 1.8.19
File Edit Sketch Tools Help

Test_Tombol
const int pinStart = A2;
const int pinStop = A3;

int pbStart, pbStop;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(pinStart, INPUT_PULLUP);
  pinMode(pinStop, INPUT_PULLUP);
}

void loop() {
  //ditekan = 0; dilepas = 1
  pbStart = digitalRead(pinStart);
  pbStop = digitalRead(pinStop);
  Serial.print("Start : "); Serial.println(pbStart);
  Serial.print("Stop : "); Serial.println(pbStop);
  delay(1000);
}

```

Gambar 6. Pengujian Software Push Button

Pengujian *software* Kontaktor digunakan untuk menguji apakah Kontaktor yang dirancang pada alat dapat berjalan sesuai yang diinginkan atau tidak Adapun hasil perancangan software Kontaktor dapat dilihat pada Gambar 7.


```

Test_Kontaktor | Arduino 1.8.19
File Edit Sketch Tools Help

Test_Kontaktor
const int pinKontaktor = A1;

void setup() {
  pinMode(pinKontaktor, OUTPUT);
  pumpOFF();
  delay(1000);
}

void loop() {
  pumpON();
  delay(3000);
  pumpOFF();
  delay(3000);
}

void pumpON() {
  digitalWrite(pinKontaktor, HIGH);
}

void pumpOFF() {
  digitalWrite(pinKontaktor, LOW);
}
    
```

Gambar 7. Pengujian Software Push Button

Pengujian software LCD digunakan untuk menguji apakah LCD yang dirancang pada alat dapat berjalan sesuai yang diinginkan atau tidak Adapun hasil perancangan software LCD diperlihatkan Gambar 8.

```

Test_LCD | Arduino 1.8.19
File Edit Sketch Tools Help

Test_LCD
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2);

void setup(){
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print(" KENDALI POMPA ");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print(" OTOMATIS ");
}

void loop(){}
}
    
```

Gambar 8. Pengujian Software LCD

Adapun hasil pengujian software hidup matinya kincir air sehingga kincir air dapat bekerja selama 3 jam dan kemudian berhenti bekerja selama 1 jam dapat dilihat sebagai berikut :

```

Kendali_Kincir_Air_OtomatisV01 | Arduino 1.8.19
File Edit Sketch Tools Help

Kendali_Kincir_Air_OtomatisV01 $
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2);

const int pinKontaktor = A1;
const int pinStart = A2;
const int pinStop = A3;

int pbStart,pbStop;
String stat = "STOP";
String motor = "OFF";
String jm,mnt,dtk;
int jam,menit,detik;
unsigned long prev;
int oldpbStart,oldpbStop;
bool flag,fRun;
int timeON = 3;//jam
int timeOFF = 1;//jam

void setup(){
  Serial.begin(9600);
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print(" KENDALI KINCIR AIR OTOMATIS ");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print(" OTOMATIS ");
  pinMode(pinStart, INPUT_PULLUP);
  pinMode(pinStop, INPUT_PULLUP);
  pinMode(pinKontaktor, OUTPUT);
  motorOFF();
}
    
```

Proses pengujian alat dengan beban dilakukan dengan mengukur tegangan input dan output pada alat yakni dengan menggunakan alat ukur multimeter.

Tabel 1. Pengukuran alat sistem kontrol

Komponen	Vin (volt)	Vout (volt)	f (Hz)
Kontaktor	210,5	208,8	50
Arduino	12,17	4,78	50
PushButton	12,12	4,56	50
LCD	12,36	4,89	50

Tabel 1. Memperlihatkan kontaktor membutuhkan tegangan supply 220 volt yang dikirimkan oleh PT. PLN sedangkan untuk Arduino sebesar 12,17 volt DC, push button sebesar 12,12 volt DC dan LCD tegangan sebesar 12,36 volt DC di supply oleh Adaptor.

Tabel 2. Hasil Pengujian Alat Kontrol Kincir Air Otomatis

Waktu	Kincir Air	Timer on/off	Tegangan (volt)
06.00-09.00	on	on	208,8
09.00-10.00	off	Off	207,7
10.00-13.00	on	on	209,5
13.00-14.00	off	off	205,9
14.00-17.00	on	on	206,9
17.00-18.00	off	off	209,2
18.00-21.00	on	off	208,7
21.00-22.00	off	off	207,9

Tabel 2. Memperlihatkan Hasil pengujian pada rangkaian sistem kontrol kincir air otomatis selama 3 jam motor beserta kincir air akan berputar atau menyala secara otomatis, dan setelah 3 jam menyala maka motor beserta kincir air akan berhenti atau mati selama 1 jam. LCD akan menampilkan hasil pengujian saat kincir air bekerja dapat dilihat pada Gambar 9.

**Gambar 9. Tampilan LCD**

Gambar 9. memperlihatkan tampilan LCD keadaan motor dalam keadaan bekerja ditandai dengan tulisan S : RUN dan P: ON, dan timer menunjukkan motor bekerja selama 3 jam.

V. KESIMPULAN

Penelitian menghasilkan sistem kontrol pada kincir air bekerja berdasarkan waktu yang ditentukan, kincir air bekerja selama 3 jam dan akan berhenti bekerja selama 1 jam, kontaktor bekerja membutuhkan tegangan 220 volt AC sedangkan Arduino Uno, tombol push button dan LCD bekerja dengan supply 12 volt DC.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada petani tambak udang desa Pematang Guntung dan pendanaan hibah Internal PKM UMSU tahun 2023 sehingga program pengabdian kepada masyarakat ini bisa terlaksana.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. O. A. Sembiring, 2021, *Analisis Usahatani Budidaya Tambak Udang Vannamei*, p. 6.
- [2]. E. Noorly, P. I. Faisal, S. M. Aji, Indrayani, and R. Tri, 2022, *Pemanfaatan Kincir Air Untuk Tambak Udang*, pp. 97–99, 2022.
- [3]. D. N. Setyowati, S. Y. Lumbessy, D. P. Lestari, F. Azhar, and L. W. Wilisetyadi, 2022, *Implementasi Teknologi Budidaya Udang Vanamei Di Desa Kuranji Dalang, Lombok Barat, Indones. J. Fish. Community Empower.*, vol. 2, no. 1, pp. 7–11, 2022, doi: 10.29303/jppi.v2i1.634.
- [4]. A. Fiyanti and S. Wahyu Suciayati, 2017, *Sistem Otomasi Kincir Air Untuk Respirasi Udang Tambak Menggunakan Sensor Dissolved Oxygen (DO)*, *J. Teor. dan Apl. Fis.*, vol. 05, no. 02, pp. 155–160, 2017.
- [5]. N. P. A. Nugraha, M. Agus, and T. Y. Mardiana, 2017, *Rekayasa Kincir Air Pada Tambak LDPE Udang Vaname (Litopenaeus vaname) Di Tambak Unikal Slamaran*, *Pena Akuatika J. Ilm. Perikan. dan Kelaut.*, vol. 16, no. 1, pp. 103–115.
- [6]. G. A. Pauzi, O. F. Suryadi, G. N. Susanto, and J. Junaidi, 2020, *Rancang Bangun Sistem Monitoring Kualitas Air Tambak Udang (Litopenaeus Vannamei) Menggunakan Wireless Sensor Sistem (WSS) yang Terintegrasi dengan PLC CPM1A*, *J. Energy, Mater. Instrum. Technol.*, vol. 1, no. 3, pp. 103–112, doi: 10.23960/jemit.v1i3.34.
- [7]. N. Evalina, F. I. Pasaribu, A. A. H, and A. Sary, 2022, *Penggunaan Arduino Uno Untuk Mengatur Temperatur Pada Oven*, vol. 4, no. 2, pp. 122–128, 2022.
- [8]. F. I. Pasaribu, A. Azis, and N. Evalina, *Pelatihan Rancang Bangun Jam Sholat Otomatis Sumber Daya Solar Cell pada Pemuda Muhammadiyah Cabang Pahlawan Perjuangan dan Pulo Brayon Darat*, pp. 206–212.
- [9]. F. I. Pasaribu and I. Roza, 2020, *Design of control system expand valve on water heating process air jacket*, *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 821, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1757-899X/821/1/012050.
- [10]. J. Tuo, Q. Zhao, and Q. Jiang, 2019, *Research And Design Of Electric Heating System For Constant Temperature Control Equipment*, *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 252, no. 3, doi: 10.1088/1755-1315/252/3/032162.
- [11]. K. Hidayat, M. C. Hasani, N. A. Mardiyah, and M. Effendy, 2021, *Strategi Pengisian Baterai pada Sistem Panel Surya Standalone Berbasis Kontrol PI Multi - Loop*, vol. 13, no. 1, 2021.