

DESAIN PROTOTYPE SYSTEM KONTROL POMPA AIR ARDUINO SEBAGAI MODUL PRAKTIKUM MAHASISWA PADA LABORATORIUM MEKANIKA FLUIDA DAN MESIN FLUIDA

Franky Tanahitumessing

Lab. Mekanika Fluida dan Mesin Fluida Fakultas Teknik Universitas Pattimura, Ambon, Maluku

E-mail : aldi01dell@gmail.com

ABSTRAK

Praktikum sebagai bentuk pembelajaran secara langsung merupakan hal mutlak bagi mahasiswa Fakultas Teknik. Melalui praktikum, mahasiswa dapat mengenal lebih dekat dan mengaplikasikan teori yang telah diperoleh. Prototype sistem kontrol pompa air sebagai modul praktikum sangat diperlukan untuk memperkenalkan secara langsung bagaimana sistem kontrol pompa air kepada mahasiswa. Sistem kontrol menggunakan Arduino Uno belum banyak dijumpai di masyarakat. Sistem kontrol ini juga menggunakan sistem sensor ultrasonik untuk mendeteksi ketinggian air dalam tangki penampung. Melalui desain prototype ini diharapkan mahasiswa dapat lebih memahami dan mampu mengaplikasikannya di tengah masyarakat.

Kata kunci : *prototype, sistem kontrol pompa air, Arduino Uno, sensor Ultrasonik.*

ABSTRACT

Practicum as a form of direct learning is an absolute must for students of the Faculty of Engineering. Through practicum, students can get to know more closely and apply the theory that has been obtained. Prototype water pump control system as a practicum module is very necessary to introduce directly how the water pump control system to students. Control systems using Arduino Uno have not been found in many communities. This control system also uses an ultrasonic sensor system to detect the water level in the holding tank. Through this prototype design, it is hoped that students can better understand and be able to apply it in the community.

Keywords: *prototype, water pump control system, Arduino Uno, ultrasonic sensor.*

1. PENDAHULUAN

Dalam proses pembelajaran, komponen yang sangat penting adalah media pembelajaran. Penggunaan media dalam proses pembelajaran dapat membantu peserta didik dalam memahami suatu materi yang bersifat abstrak menjadi lebih konkrit. Sehingga media sangat penting dan perlu suatu usaha pengembangan media. Pengembangan dimaksud dapat berupa foto, trainer, modul, benda sesungguhnya dan video. (Anshori Lutfi, 2015)

Pembelajaran mata kuliah Mesin Fluida pada Fakultas Teknik terdiri dari pemaparan teori yang diterima dalam ruang kelas, dan praktikum yang dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Fluida Dan Mesin Fluida. Salah satu jenis praktikum pada Laboratorium Mekanika Fluida Dan Mesin Fluida adalah instalasi pompa air. Dalam melaksanakan praktikum, mahasiswa diberi penjelasan tentang bagaimana merakit sebuah instalasi pompa air lengkap dengan instalasi pipa menuju ke tangki penampung.

Namun praktikum dimaksud hanyalah merakit instalasi pompa sederhana tanpa ada suatu sistem kontrol yang baik, untuk mengontrol kerja pompa air. Sistem kontrol dimaksud adalah suatu sistem yang mampu mengontrol kerja pompa air sehingga dapat beroperasi tanpa ada pengawasan dari seorang petugas atau operator.

Sistem yang telah familiar adalah menggunakan pelampung yang menggunakan sebuah sistem mekanis sederhana dengan sebuah saklar (*limit switch*) dengan tali untuk mengikat pelampung. Sistem pelampung ini mempunyai keuntungan yakni sederhana dan mudah dalam pemasangan serta pengoperasiannya. Namun ada pula kerugiannya yakni saklar lebih cepat rusak karena ditempatkan pada bagian atas penutup tangki, dan juga tali yang digunakan akan lapuk karena terendam air. (Mustofa, 2013)

Sistem kendali otomatis mempunyai peranan yang sangat penting dalam perkembangan teknologi khususnya pada dunia industri modern. Dengan menggunakan sistem kendali otomatis akan memberikan kemudahan dalam mendapatkan kualitas, menurunkan biaya produksi, meningkatkan laju produksi serta menggantikan pekerjaan yang biasa harus dilakukan oleh manusia yang bersifat rutindan membosankan. (Pratiwy, 2021)

Berdasarkan uraian diatas, maka perlu dibuat prototype sistem control pompa air otomatis dengan menggunakan Arduino Board dan Sensor Ultrasonik untuk mendeteksi level permukaan air dalam tangki sebagai modul praktikum mahasiswa.

Prototype sebagai media pembelajaran yang digunakan dalam praktikum berfungsi untuk lebih memperkenalkan peralatan yang akan dipelajari sehingga lebih dipahami oleh mahasiswa. (Rumanta et al., 2016). Tujuan pembuatan prototype ini adalah untuk memberikan tambahan pengetahuan dan menjelaskan kepada mahasiswa tentang sistem kontrol pompa air. Namun yang lebih utama adalah untuk menunjukkan bahwa dengan menggunakan sebuah sistem kontrol dapat meningkatkan kinerja pompa menjadi lebih efisien dan efektif.

2. BAHAN DAN METODE

Dalam mendesain prototype sistem kontrol ini diperlukan beberapa komponen yang secara singkat dapat diuraikan secara teoritis sebagai pengenalan tentang apa dan bagaimana komponen tersebut.

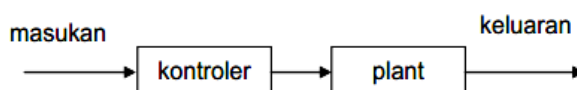
a. Sistem Kontrol

Rekayasa kontrol motor listrik sangatlah luas, mencakup hampir semua cabang ilmu pengetahuan dan memanfaatkan berbagai sumber energi seperti mekanis, elektrik/elektronik, hidrolis dan pneumatik. Sistem kontrol juga telah dibuat untuk berbagai aplikasi seperti tegangan, daya, temperatur, tingkatan, aliran, tekanan, kecepatan dan sebagainya. Namun, pada dasarnya prinsip sistem kontrol adalah sama tanpa tergantung dari energi yang dipakai maupun objek yang dikontrol.

Sistem kontrol dapat dikelompokkan menjadi dua yakni sistem kontrol loop terbuka, dan loop tertutup. (Pratama, 2020)

➤ Sistem Kontrol Loop Terbuka

Sistem kontrol loop terbuka merupakan sistem kontrol paling sederhana, murah dan sesuai untuk berbagai pemakaian. Pada sistem ini, keluaran atau output tidak dapat digunakan sebagai umpan balik untuk perbandingan dengan masukan atau input. Sistem kontrol loop terbuka, dapat dilihat pada gambar diagram blok di bawah ini.

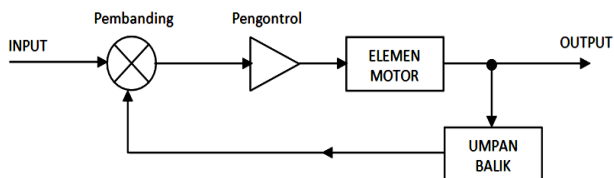


Gambar 1. Sistem kontrol loop terbuka.

➤ Sistem Kontrol Loop Tertutup

Sistem ini sering disebut sebagai sistem kontrol umpan balik. Pada sistem ini sinyal output

dapat dijadikan umpan balik sebagai pembanding input sehingga hasil akhir akan menjadi semakin baik. Dengan sistem kontrol loop tertutup, maka tugas operator yang berfungsi sebagai umpan balik dapat digantikan dengan peralatan umpan balik seperti sensor.



Gambar 2. Sistem kontrol loop terbuka.

b. Arduino

Arduino merupakan rangkaian elektronik yang bersifat *open source*, dan memiliki perangkat keras dan lunak yang mudah untuk digunakan. Arduino mempunyai banyak jenis, diantaranya Arduino Uno, Arduino Mega 2560 dan lainnya. (Khair S, 2020)

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega 328, memiliki 14 pin digital (input/output pin), dimana 6 pin dapat digunakan sebagai pin *PMW* dan 6 pin analog. (Keifer, 1967)



Gambar 3. Arduino Uno

Tabel 1. Spesifikasi Arduino Uno (Keifer, 1967)

Mikrokontroler	ATmega 328
Tegangan Pengoperasian	5 V
Tegangan Input yg disarankan	7 – 12 V
Batas Tegangan Input	6 – 20 V
Jumlah pin I/O digital	14 pin digital (6 diantaranya menyediakan keluaran PWM)
Jumlah pin input analog	6 pin
Arus DC tiap pin I/O	40 mA
Arus DC untuk pin 3,3 V	50 mA
Memori Flash	32 kb (ATmega 328) sekitar 0,5 kb digunakan oleh bootloader
SRAM	2 kb (ATmega 328)
EPROM	1 kb (ATmega 328)
Clock Speed	16 MHz

c. Sensor Level Air (Water Level Sensor)

Sensor level air adalah alat yang berfungsi untuk mendeteksi tingginya air didalam tangki. Sensor ultrasonik tipe HC-SR04 merupakan salah satu sensor yang dapat digunakan untuk mendeteksi level air dalam tangki. Sensor ini adalah sensor ultrasonik siap pakai, dan berfungsi sebagai pengirim, penerima dan pengontrol gelombang ultrasonik. Rentang jarak yang dapat diukur adalah 2 cm – 400 cm. (Amin, 2018)



Gambar 4. Sensor Ultrasonik HC-SR04

Secara singkat, cara kerja sensor ultrasonik ini adalah sebagai berikut :(Amin, 2018)

- 1) Sensor ultrasonik mendeteksi jarak objek dengan cara memancarkan gelombang ultrasonik (40 kHz) selama t (200 μ s) kemudian mendeteksi pantulannya.
- 2) Kemudian sensor akan memancarkan gelombang ultrasonik sesuai dengan kontrol dari mikrokontroler pengendali (pulsa trigger dengan t out burst minimal 2 μ s). Gelombang ultrasonik merambat melalui udara dengan kecepatan 344 m/s, mengenai objek dan memantul kembali ke sensor.
- 3) Gelombang pantulan dari target akan ditangkap oleh sensor, kemudian sensor menghitung selisih waktu pengiriman gelombang dan waktu gelombang pantul diterima.

d. LCD (Liquid Cristal Display)

LCD (*Liquid Cristal Display*) adalah komponen yang dapat menampilkan tulisan. Salahsatu jenisnya memiliki dua baris dengan setiap baristerdiri atas enam belas karakter, atau biasa disebut LCD 2 x 16.(Lubis et al., 2019)



Gambar 5. LCD 2x16

Fungsi LCD adalah menampilkan nilai atau value yang berasal dari Arduino sesuai hasil deteksi dari sensor.

e. Relay

Relay adalah peralatan listrik yang berfungsi untuk menghubungkan dan memutuskan aliran listrik dari sumber listrik ke beban. Relay bekerja dengan menggunakan arus listrik yang terhubung ke kumparannya, yang kemudian menimbulkan gaya magnet untuk menarik saklar internal yang ada pada relay tersebut. Saklar internal inilah yang disebut sebagai kontak NO (Normally Open, yaitubila coil relay dalam keadaan tak terhubung arus listrik, kontak internalnya dalam kondisi terbuka atau tak terhubung) dan kontak NC (Normally Close adalah kondisi terbalik dari Normally Open).(Suprianto, 2015)



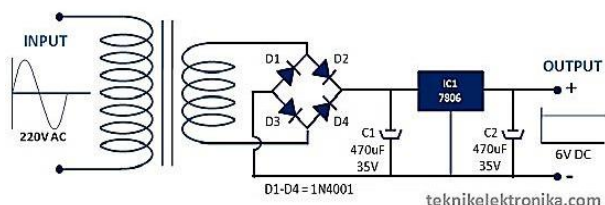
Gambar 6. Modul Relay

Untuk melayani kontrol dengan sistem Arduino ini, menggunakan modul relay yang menggunakan tegangan rendah 5 VDC. Modul relay ini memiliki pin input digital sehingga dapat dihubungkan langsung ke Arduino.(Amin, 2018)

f. Rangkaian Penyearah (Adaptor)

Perangkat Arduino bekerja dengan tegangan DC, maka diperlukan sebuah rangkaian penyearah atau adaptor. Rangkaian penyearah adalah suatu rangkaian yang mengubah tegangan bolak-balik (ac) menjadi tegangan searah (dc). (Purnama, 2012)

Berikut salah satu contoh rangkaian penyearah (adaptor) yang dilengkapi dengan IC Regulator untuk mengatur besar tegangan output. (Kho, 2014)



Gambar 7. Contoh Rangkaian Penyearah

g. Pompa Air

Motor kapasitor merupakan motor induksi yang menggunakan kapasitor pada sistem dan konstruksinya. Motor ini banyak digunakan dalam berbagai aplikasi seperti industri, transportasi, manufaktur, hingga di lingkungan rumah tangga. Salah satu contoh motor kapasitor yang digunakan di lingkungan rumah tangga adalah pompa air. (Defarian et al., 2017)



Gambar 8. Contoh Mesin Pompa Air

h. Bahan Yang Digunakan

Untuk membuat prototype sistem kontrol ini diperlukan bahan-bahan antara lain :

- 1 buah Adaptor 220 VAC – 5 VDC
- 1 buah Perangkat Arduino Uno R3
- 1 buah Sensor HC SR04
- 1 buah LCD 2 x 16
- 1 buah Modul Relay 5 VDC
- 3 buah lampu indikator (LED merah, kuning dan hijau)
- 2 buah lampu pijar (merah dan hijau) 5 watt 220 volt AC
- 1 buah buzzer 5 VDC
- 1 lembar Tripleks dengan ukuran 1,2 x 50 x 50 cm
- 2 potong kayu 5 x 5 x 50 cm
- 2 potong kayu 5 x 5 x 75 cm
- 2 potong kayu 5 x 5 x 25 cm

i. Metode

System kontrol pompa air dibuat dalam bentuk prototype sehingga hanya berfungsi sebagai simulator untuk menunjukkan kepada mahasiswa bagaimana system kontrol pompa air menggunakan perangkat arduino. Dengan demikian modul praktikum ini menggunakan lampu pijar merah dan hijau sebagai simbol saat pompa bekerja dan mati, juga dilengkapi dengan lampu indikator untuk menunjukkan jarak level air.

Untuk itu, desain prototype ini menggunakan metode literatur untuk mengetahui fungsi dan prinsip kerja masing-masing komponen, dan eksperimen untuk membuat dan menguji rangkaian prototype sesuai gambar yang dibuat.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Pembuatan Prototype

Untuk membuat prototype, ada beberapa langkah yang harus dilakukan, antara lain :

- 1) Langkah awal yang perlu dilakukan adalah membuat program pada software Arduino sehingga perangkat Arduino dapat bekerja sesuai dengan system yang telah diprogramkan (gambar 9).



```

projek_kontrol_pompa_ar_arkai | Arduino 1.8.13
File Edit Sketch Tools Help

projek_kontrol_pompa_ar_arkai

int jarak, timer;
int Relay1=8;
int BUZ=9;

#define TRIGPIN 12
#define ECHOPIN 11
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);

void setup() {
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  lcd.clear();

  lcd.print(" 00");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print(" INAGAM ");
  delay(2000);
  lcd.clear();
  lcd.print(" ");

  pinMode(ECHOPIN, INPUT);
  pinMode(TRIGPIN, OUTPUT);
  pinMode(2, OUTPUT);
  pinMode(3, OUTPUT);
  pinMode(4, OUTPUT);
  pinMode(5, OUTPUT);
  pinMode(Relay1, OUTPUT);
}

pinMode(BUZ, OUTPUT);

void loop() {
  digitalWrite(TRIGPIN, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(TRIGPIN, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(TRIGPIN, LOW);
  timer = pulseIn(ECHOPIN, HIGH);
  jarak= timer/50;

  if (jarak<30) {
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print(" AIR HABIS");
    digitalWrite(2, 1);
    digitalWrite(3, 0);
    digitalWrite(4, 0);
    digitalWrite(5, 0);
    digitalWrite(Relay1, 1);
    digitalWrite(BUZ, 0);
    delay(100);

  }
  else if (jarak<20) {
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print(" LEVEL TENGAH");
    digitalWrite(2, 0);
    delay(200);
    digitalWrite(3, 1);

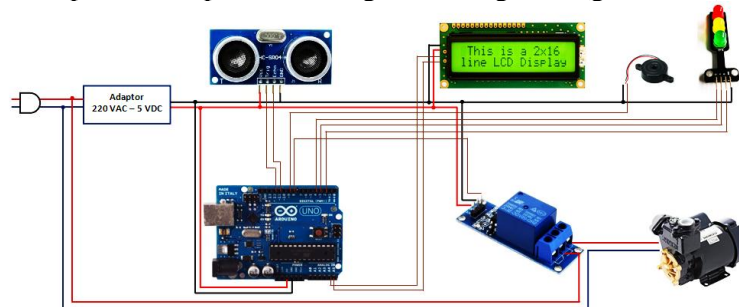
  }
  else if (jarak<10) {
    delay(220);
    digitalWrite(4, 0);
    delay(200);
    digitalWrite(5, 0);
    delay(200);

  }
  else {
    lcd.print("PAHAM ?");
    digitalWrite(2, 0);
    delay(200);
    digitalWrite(3, 0);
    delay(200);
    digitalWrite(4, 0);
    delay(200);
    digitalWrite(5, 1);
    delay(200);
    digitalWrite(BUZ, 1);
    delay(100);
  }
}

```

Gambar 9. Urutan Pemrograman Arduino

- 2) Ukur dan potong papan sesuai kebutuhan sebagai tempat untuk penempatan komponen kontrol.
- 3) Tempatkan semua komponen pada posisi yang telah ditentukan, mulai dari catudaya (adaptor), Arduino board, LCD, sensor ultrasonik, relay dan lampu tanda serta buzzer.
- 4) Hubungkan komponen-komponen sesuai gambar rangkaian (gambar 10).



Gambar 10. Diagram Rangkaian Kontrol Pompa Air Arduino

- 5) Lakukan uji coba sistem sehingga dapat diketahui apakah sistem telah bekerja dengan baik dan sesuai yang diinginkan ataukah belum.

- 6) Jika terdapat masalah pada sistem, langsung diperbaiki. Dan jika sistem telah bekerja dengan baik dan sesuai dengan apa yang diinginkan, maka rangkaian kontrol siap untuk digunakan sebagai modul praktikum.

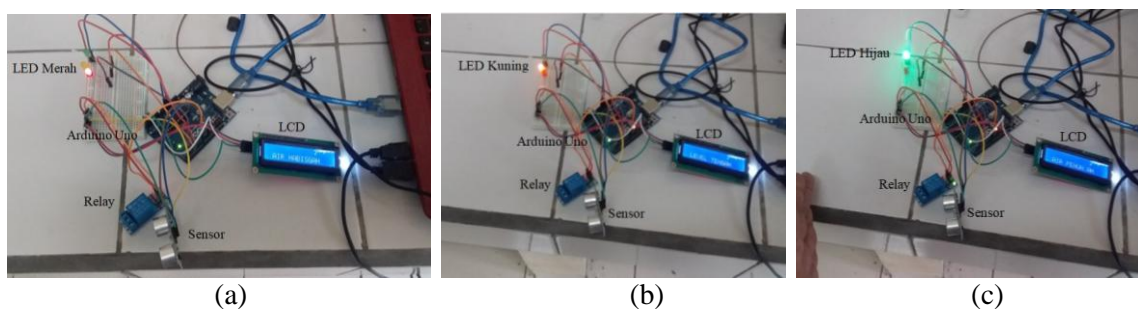
b. Cara Kerja Rangkaian Kontrol

Cara kerja rangkaian kontrol pompa air dengan perangkat arduino, sesuai gambar 10 adalah sebagai berikut:

- 1) Adaptor menerima sumber listrik AC dan mengubahnya menjadi DC kemudian mengalirkannya ke perangkat Arduino Uno, sensor, LCD dan relay. Namun perangkat-perangkat tersebut masih dalam kondisi belum bekerja.
- 2) Perangkat Arduino akan bekerja setelah menerima sinyal dari sensor dan mengirim sinyal ke buzzer dan lampu-lampu indikator serta Relay. Sementara itu, LCD akan menampilkan value dan kondisi kerja Arduino sesuai sinyal yang diterima.
- 3) Setelah menerima sinyal dari perangkat Arduino, maka lampu-lampu indikator akan menyala sesuai jarak yang telah diatur yakni lampu merah saat air berada pada level terendah, lampu kuning saat air pada level tengah dan hijau saat air pada level atas (tangki penuh); begitu juga dengan buzzer akan bunyi sesuai nyala lampu tanda.
- 4) Bersamaan dengan itu, Relay akan bekerja untuk menjalankan pompa saat lampu indikator merah menyala. Selanjutnya pompa bekerja dan memompa air ke tangki.
- 5) Sensor bekerja sesuai jarak permukaan air dan menerima sinyal dari ketinggian level air dalam tangki dan mengirim sinyal tersebut ke perangkat Arduino yang kemudian bekerja untuk menghubungkan atau memutuskan sinyal ke Relay.
- 6) Sensor akan mengirim sinyal ke perangkat Arduino yang selanjutnya mengirim sinyal ke relay untuk menjalankan pompa, saat air dalam tangki berkurang (jarak air dan sensor jauh).
- 7) Saat air dalam tangki penuh atau mencapai batas maksimum (jarak air dan sensor dekat), maka sensor akan mengirim sinyal ke perangkat Arduino yang kemudian mengirim sinyal ke relay untuk menghentikan pompa.
- 8) Kondisi kerja ini akan berlangsung secara kontinyu selama system masih terhubung dengan sumber aliran listrik.

c. Hasil Pengujian Prototype

Pada desain prototype ini, fungsi pompa digantikan dengan lampu pijar warna merah dan hijau, sedangkan level air dapat digunakan tangan atau benda lain yang bergerak ke arah sensor. Sebelum melakukan pengujian, terlebih dahulu Arduino board dihubungkan ke laptop untuk diprogramkan. Setelah Arduino selesai diprogramkan, maka seluruh komponen rangkaian ini dihubungkan sesuai gambar diagram rangkaian di atas. Kemudian pengujian dilakukan seperti terlihat pada gambar berikut.



Gambar 11. Pengujian Rangkaian. (a) Jarak > 30 cm, (b) Jarak > 20 cm, (c) Jarak > 10 cm

Hasil pengujian yang dilakukan sesuai gambar 11 dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. Hasil Pengujian Rangkaian

No.	Jarak Tangan terhadap sensor	Kondisi LED	Tampilan LCD	Kondisi Relay	Keterangan
1.	> 30 cm	Lampu LED merah menyala	LCD menampilkan peringatan dengan munculnya tulisan AIR HABIS	Relay bekerja dan kontak NO terhubung, serta kontak NC terputus. Hal ini ditandai dengan lampu LED merah pada relay menyala.	Gambar 11.a. Kondisi ini menandakan bahwa air pada tangki telah habis dan pompa bekerja.
2.	> 20 cm	Lampu LED kuning menyala	LCD menampilkan tulisan LEVEL TENGAH	Relay masih tetap bekerja.	Gambar 11.b. Kondisi ini menandakan bahwa level air sudah mencapai $\frac{1}{2}$ tangki.
3.	> 30 cm	Lampu LED hijau menyala	LCD menampilkan peringatan dengan munculnya tulisan AIR PENUH	Relay berhenti bekerja dan kontak NO terputus serta kontak NC terhubung. Hal ini ditandai dengan lampu LED hijau pada relay menyala.	Gambar 11.c. Kondisi ini menandakan bahwa air telah penuh dan pompa berhenti.

Berdasarkan hasil pengujian pada tabel di atas, dapat dijelaskan bahwa kondisi kerja relay ditentukan oleh jarak tangan (diasumsikan sebagai level air) terhadap sensor. Semakin jauh jaraknya sebagai tanda air telah habis, maka relay akan bekerja. Begitu sebaliknya, semakin dekat jaraknya sebagai tanda air telah penuh, maka relay akan berhenti.

Hasil pengujian ini dapat pula dijelaskansecara rinci sebagai berikut :

- 1) Rangkaian mendapat suplay tegangan 5 VDC melalui Arduino board yang terhubung ke laptop. Jika dikehendaki, dapat pula menggunakan charger HP sebagai sumber tegangan input pada rangkaian.
- 2) Setelah rangkaian dalam kondisi aktif (ON) yang ditandai dengan lampu LED pada Arduino board yang menyala, maka proses pengujian dapat dilakukan.
- 3) Posisi sensor dapat diatur sedemikian rupa sehingga dapat menangkap sinyal dari tangan yang bergerak ke arah sensor dengan jarak sesuai hasil pemrograman Arduino.
- 4) Posisi tangan dengan jarak > 30 cm, maka sensor akan mengirim sinyal ke Arduino sehingga Arduino mengirim sinyal kepada LCD untuk menampilkan peringatan dengan tulisan AIR HABIS, serentak dengan itu sinyal diterima juga oleh relay yang menyebabkan relay bekerja sehingga kontak NO-nya terhubung dan NC terputus. Hal ini ditandai dengan menyalanya LED merah sebagai lampu tanda dan juga LED merah pada relay (gambar 11.a.).
- 5) Posisi tangan dengan jarak > 20 cm, maka sensor mengirim sinyal ke Arduino, selanjutnya Arduino mengirim sinyal ke LCD untuk menampilkan tulisan LEVEL TENGAH. Sementara itu, relay masih tetap bekerja. Hal ini ditandai dengan menyalanya LED kuning sebagai tanda (gambar 11.b.).
- 6) Posisi tangan dengan jarak > 10 cm, maka sensor mengirim sinyal ke Arduino, kemudian Arduino mengirim sinyal ke LCD untuk menampilkan peringatan dengan tulisan AIR PENUH, dan serentak dengan itu sinyal diterima oleh relay yang menyebabkan relay bekerja sehingga kontak NC kembali terhubung dan NO terputus.

Hal ini ditandai dengan LED hijau yang menyala sebagai tanda, begitu pula LED hijau pada relay (gambar 11.c.).

- 7) Proses pengujian dengan jarak-jarak ini diulangi dengan urutan yang berlawanan, untuk membuktikan bahwa system kerja dari rangkaian ini bekerja dengan baik.
- 8) Setelah selesai pengujian, rangkaian dapat dinon-aktifkan (OFF) dengan melepaskan kabel USB dari Arduino ke laptop. Hal ini ditandai dengan padamnya semua lampu LED yang ada, baik pada Arduino, lampu tanda maupun LED pada relay, bahkan LCD pun padam.

Berdasarkan penjelasan di atas, maka tergambar dengan jelas bahwa kerja relay sangat tergantung pada jauh dekatnya jarak tangan (level air) dengan sensor. Dan semuanya berpusat pada Arduino board sebagai pusat komando.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan diatas, dapat disimpulkan bahwa prototype sistem kontrol pompa air dapat dibuat atau dirangkai dengan baik setelah mempelajari fungsi dan prinsip kerja masing-masing komponen, terlebih khusus perangkat Arduino yang merupakan perangkat mikrokontroler.

Dengan demikian prototipesistem kontrol pompa air dengan menggunakan perangkat Arduino ini, dapat lebih meningkatkan pengetahuan mahasiswa bukan saja tentang sistem kontrol otomatis pompa air namun menambah pengetahuan tentang cara kerja sistem kontrol menggunakan perangkat mikrokontrolerArduino. Bahkan dengan perangkat Arduino dapat dikembangkan menjadi sistem kontrol yang lain sesuai dengan hasil pemrograman dari software Arduino tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, A. (2018). Monitoring Water Level Control Berbasis Arduino Uno Menggunakan Lcd Lm016L. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 1(2), 41–52.
- Anshori Lutfi, M. (2015). *PENGEMBANGAN PROTOTYPE WATER LEVEL CONTROL*.
- Defarian, A., Sutikno, S., & Rinaldi, R. (2017). Pemodelan Dan Simulasi Motor Kapasitor Pada Kondisi Variable Speed. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Riau*, 4(2), 1–15.
- Keifer, G. F. (1967). Variabel Perancu. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 3–11.
- Khair S, U. (2020). Alat Pendeteksi Ketinggian Air Dan Keran Otomatis Menggunakan Water Level Sensor Berbasis Arduino Uno. *Wahana Inovasi : Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat UISU*, 9(1), 9–15. <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/wahana/article/view/2632>
- Kho, D. (2014). *Prinsip Kerja DC Power Suplay*. <https://teknikelektronika.com/prinsip-kerja-dc-power-supply-adaptor/>
- Lubis, Z., Lungguk, A., Saputra, N., Winata, S., Annisa, A., Muhazzir, B., Satria, M., & Sri, W. (2019). Kontrol Mesin Air Otomatis Berbasis Arduino Dengan Smartphone. *Buletin Utama Teknik*, 14(3), 156–159.
- Mustofa, M. (2013). *SISTEM KENDALI “ WATER LEVEL CONTROL ” UNIVERSITAS NEGERI MALANG ANGKATAN 2013*.
- Pratama, A. I. G. (2020). Perancangan Dan Implementasi Sistem Kendali Kestabilan Keadaan Mengambang Pada Pesawat Tanpa Awak Jenis Tailsitter Menggunakan Metode Kontrol PID. *Universitas Komputer Indonesia*, 7–20. <https://elibrary.unikom.ac.id/id/eprint/3182/>
- Pratiwy, A. M. (2021). *SISTEM KENDALI POMPA AIR OTOMATIS PADA PENYIRAMAN TANAMAN DENGAN SOLAR CELL BERBASIS MIKROKONTROLLER WEMOS ESP 8266*.
- Purnama, A. (2012). *Konsep Dasar Penyearah Gelombang (Rectifier)*. <http://elektronika-dasar.web.id/konsep-dasar-penyearah-gelombang-rectifier/>

Rumanta, M., Iryani, K., & Ratnaningsih, A. (2016). *DEVELOPMENT OF PRINTED TEACHING MATERIALS PROTOTYPE MODULE OF ENVIRONMENTAL EDUCATION COURSE IN OPEN AND DISTANCE EDUCATION: A CASE STUDY IN OPEN UNIVERSITY. 1*, 141–156.

Suprianto. (2015). *Prinsip Kerja Elektro Mekanis Magnetik (Dasar NO & NC)*. UNNES. <http://blog.unnes.ac.id/antosupri/prinsip-kerja-elektro-mekanis-magnetik-dasar-no-nc/>