



RANCANG BANGUN PROSES OTOMASI PENGUKURAN pH

TUGAS AKHIR



**Program Studi
S1 TEKNIK KOMPUTER**

**UNIVERSITAS
Dinamika**

Oleh:

Rizal Yudhistira

16410200039

FAKULTAS TEKNOLOGI DAN INFORMATIKA

UNIVERSITAS DINAMIKA

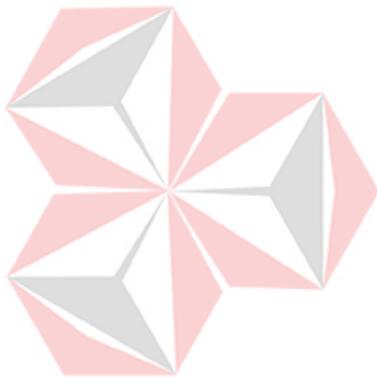
2020

RANCANG BANGUN PROSES OTOMASI PENGUKURAN pH

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan

Program Sarjana Teknik



UNIVERSITAS
Dinamika

Oleh :

Nama : Rizal Yudhistira
NIM : 16410200039
Program Studi : S1 Teknik Komputer

FAKULTAS TEKNOLOGI DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS DINAMIKA

2020

TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN PROSES OTOMASI PENGUKURAN pH

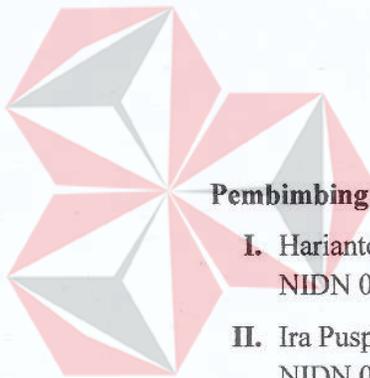
Dipersiapkan dan disusun oleh

Rizal Yudhistira

NIM: 16410200039

Telah diperiksa, diuji dan disetujui oleh Dewan Pembahas

Pada: Selasa, 04 Agustus 2020



Susunan Dewan Pembahas

Pembimbing:

I. Harianto, S.Kom., M.Eng.

NIDN 0722087701

II. Ira Puspasari, S.Si., M.T.

NIDN 0710078601

Pembahas:

Weny Indah Kusumawati, S.Kom., M.MT.

NIDN 0721047201


Digitally signed by
Universitas Dinamika
Date: 2020.08.31
15:49:15 +07'00'


Digitally signed by
Universitas Dinamika
Date: 2020.09.02
09:53:07 +07'00'


Digitally signed by
Universitas
Dinamika
Date: 2020.09.02
10:25:06 +07'00'

Tugas Akhir ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar sarjana


Digitally signed by
Universitas Dinamika
Date: 2020.09.03
23:06:30 +07'00'

Dr. Jusak

NIDN 0708017101

Dekan Fakultas Teknologi dan Informatika
UNIVERSITAS DINAMIKA



"Bangun kesuksesan dari kegagalan. Keputus-asaan dan kegagalan adalah dua batu loncatan yang paling baik menuju kesuksesan"- Dale Carnegie

UNIVERSITAS
Dinamika



Kupersembahkan Tugas Akhir ini untuk kedua orang tua dan teman-teman yang selalu mendukung dan memberikan semangat.

UNIVERSITAS
Dinamika

PERNYATAAN

PERSETUJUAN PUBLIKASI DAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Sebagai mahasiswa Universitas Dinamika, saya :

Nama : Rizal Yudhistira
NIM : 16410200039
Program Studi : S1 Teknik Komputer
Fakultas : Fakultas Teknologi dan Informatika
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : **RANCANG BANGUN PROSES OTOMASI
PENGUKURAN pH**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa:

1. Demi pengembangan Ilmu Pengetahuan, Teknologi dan Seni, saya menyetujui memberikan kepada Universitas Dinamika Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exclusive Royalti Free Right*) atas seluruh isi/ sebagian karya ilmiah saya tersebut di atas untuk disimpan, dialihmediakan dan dikelola dalam bentuk pangkalan data (*database*) untuk selanjutnya didistribusikan atau dipublikasikan demi kepentingan akademis dengan tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis atau pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta
2. Karya tersebut di atas adalah karya asli saya, bukan plagiat baik sebagian maupun keseluruhan. Kutipan, karya atau pendapat orang lain yang ada dalam karya ilmiah ini adalah semata hanya rujukan yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka saya
3. Apabila dikemudian hari ditemukan dan terbukti terdapat tindakan plagiat pada karya ilmiah ini, maka saya bersedia untuk menerima pencabutan terhadap gelar keserjanaan yang telah diberikan kepada saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 04 Agustus 2020

Yang menyatakan



Rizal Yudhistira

Nim : 16410200039

ABSTRAK

Pada saat ini pengukuran pH harus melalui prosedur-prosedur yang harus dijalankan oleh manusia. Langkah pengujian pH dimulai dari memasukan sensor pH pada cairan kalibrasi terlebih dahulu, setelah itu sensor pH akan mendeteksi nilai dari pH tersebut. Setelah dikalibrasi sensor pH dikeringkan, Apabila sudah kering maka sensor pH siap untuk membaca nilai nutrisi yang akan diukur. Sensor memerlukan waktu hingga angkanya stabil. Jika tidak melakukan prosedur pada sensor pH maka sensor pH tidak akurat lagi pada saat pengukuran pH, akan terjadi penumpukan kotoran di bagian probe pH tersebut. Pada metode kali ini akan mengukur pH secara otomatis dengan prosedur-prosedur yang telah ada. Adapun bahan-bahan yang digunakan yaitu motor stepper nema 17, Arduino UNO, Sensor pH sku:G00503 dan LCD. Pada Tugas Akhir dibuat sebuah sistem otomatis untuk mengukur pH dengan mengikuti prosedur yang tersedia, mulai dari penjadwalan agar pengecekan dilakukan dengan teratur. Selain itu juga prosedur sebelum melakukan pengecekan yaitu proses penetralan, kalibrasi, dan pengeringan agar sensor dapat membaca nilai pH dengan akurat. Dari pengujian yang dilakukan prosedur penjadwalan menghasilkan persentase keberhasilan sebesar 100%, sehingga dapat disimpulkan penjadwalan sistem dapat bekerja dengan baik. Otomatis sistem yang dijalankan dengan motor stepper dapat berjalan dengan baik dan menghasilkan nilai rata-rata error sebesar 1,41%. Serta langkah penetralan dan kalibrasi dari pengujian yang telah dilakukan menghasilkan rata-rata nilai error 3,47% untuk pH 4 dan 2,31% untuk pH 6. Selain itu pengujian larutan pH yang telah dilakukan menghasilkan nilai rata-rata error sebesar 2,48% dalam waktu 2 menit.

Kata Kunci: *Hidroponik, Sistem Otomatis, Sensor pH sku:G00503*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul “Rancang Bangun Proses Otomasi Pengukuran pH”.

Dalam pelaksanaan Tugas Akhir dan penyelesaian laporan Tugas Akhir ini, penulis mendapatkan bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua dan keluarga besar penulis yang selalu memberikan dukungan dan motivasi.
2. Bapak Harianto, S.Kom., M.Eng., selaku dosen pembimbing pertama yang telah memberikan dukungan penuh berupa motivasi, saran, dan wawasan bagi penulis selama pelaksanaan Tugas Akhir dan pembuatan laporan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Ira Puspasari, S.Si., M.T., selaku dosen pembimbing kedua yang telah memberikan dukungan penuh berupa motivasi, saran, dan wawasan bagi penulis selama pelaksanaan Tugas Akhir dan pembuatan laporan Tugas Akhir ini.
4. Ibu Weny Indah Kusumawati, S.Kom., M.MT., selaku dosen pembahas yang banyak memberikan masukan agar Tugas Akhir ini menjadi lebih baik.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa memberikan rahmat-Nya kepada seluruh pihak yang membantu penulis dalam penyelesaian Tugas Akhir.

Penulis menyadari di dalam laporan Tugas Akhir ini masih memiliki banyak kekurangan, meskipun demikian penulis tetap berharap laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak dan dapat menjadi bahan acuan untuk penelitian selanjutnya.

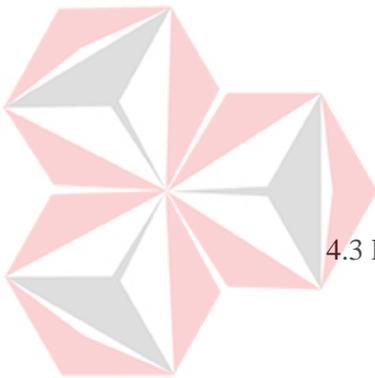
Surabaya, 04 Agustus 2020

Penulis

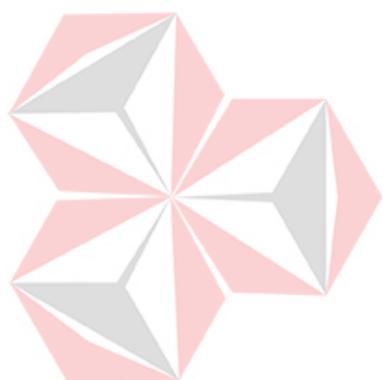
DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II LANDASAN TEORI	4
2.1 Hidroponik	4
2.2 pH Sensor	4
2.3 Mikrokontroler	5
2.4 LCD (Liquid Cristal Display)	6
2.5 RTC (<i>Real Time Clock</i>).....	7
2.6 Motor Stepper	8
2.7 Proses Pengukuran pH dengan menggunakan sensor pH	9
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	10
3.1 Model Perancangan.....	10
3.2 Perancangan Perangkat Keras	11
3.2.1 Perancangan Alat Pengukuran pH	11
3.2.2 Perancangan LCD	12
3.2.3 Perancangan RTC (<i>Real Time Clock</i>)	13
3.3.4 Perancangan Kipas	14
3.2.5 Perancangan Motor Stepper	15
3.2.6 Perancangan Mekanik	16
3.3 Perancangan Perangkat Lunak	18

3.4 Indikator Keberhasilan	21
3.4.1 Pengukuran pH pada Sensor pH	21
3.4.2 Penetralkan pH pada Sensor pH.....	21
3.4.3 Proses Pengukuran	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Pengujian RTC	27
4.1.1 Tujuan Pengujian RTC	27
4.1.2 Peralatan yang Digunakan Pengujian RTC	27
4.1.3 Cara Pengujian RTC.....	27
4.1.4 Hasil Pengujian RTC	27
4.1.5 Analisis Data Pengujian RTC.....	28
4.2 Pengujian Kalibrasi pH	29
4.2.1 Tujuan Pengujian Kalibrasi pH	29
4.2.2 Peralatan yang Digunakan Pengujian Kalibrasi pH	29
4.2.3 Cara Pengujian Kalibrasi pH	29
4.2.4 Hasil Pengujian Kalibrasi pH	29
4.2.5 Analisis Data Pengujian Kalibrasi pH	33
4.3 Pengujian Motor Stepper	33
4.3.1 Tujuan Pengujian Motor Stepper.....	33
4.3.2 Peralatan yang Digunakan Pengujian Motor Stepper.....	34
4.3.3 Cara Pengujian Motor Stepper	34
4.3.4 Hasil Pengujian Motor Stepper.....	34
4.3.5 Analisis Data Pengujian Motor Stepper	35
4.4 Pengujian Seluruh Sistem	35
4.4.1 Tujuan Pengujian Motor Stepper.....	35
4.4.2 Peralatan yang Digunakan Pengujian Motor Stepper.....	36
4.4.3 Cara Pengujian Motor Stepper	36
4.4.4 Hasil Pengujian Motor Stepper.....	36
4.4.5 Analisis Data Pengujian Motor Stepper	40
BAB V PENUTUP	42
5.1 Kesimpulan	42
5.2 Saran.....	42



DAFTAR PUSTAKA	43
BIODATA	44
LAMPIRAN.....	45



UNIVERSITAS
Dinamika

DAFTAR GAMBAR

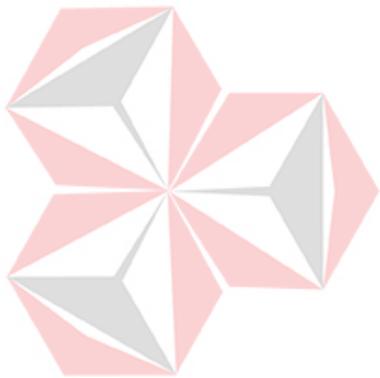
	Halaman
Gambar 2.1 Sensor pH	5
Gambar 2.2 Arduino Uno.....	6
Gambar 2.3 LCD	7
Gambar 2.4 RTC	8
Gambar 2.5 Motor Stepper.....	9
Gambar 3.1 Blok Diagram Model Perancangan	10
Gambar 3.2 Rangkaian Skematik Sensor pH.....	11
Gambar 3.3 Rangkaian LCD.....	12
Gambar 3.4 Rangkaian RTC	13
Gambar 3.5 Rangkaian Kipas	14
Gambar 3.6 Rangkaian Motor Stepper	16
Gambar 3.7 Hasil Desain Prototype.....	17
Gambar 3.8 Flowchart Penjadwalan, Penetralan dan Pengerinan.....	18
Gambar 3.9 Flowchart Proses Pembacaan Nilai pH	19
Gambar 3.10 Flowchart Pengerinan.....	20
Gambar 3.11 Pengaturan Waktu Penjadwalan.....	22
Gambar 3.12 Tampilan Saat Sistem Mulai	22
Gambar 3.13 Pergerakan Motor Menuju Penetralan.....	23
Gambar 3.14 Pergerakan Motor ke Pengerinan	23
Gambar 3.15 Pergerakan Motor ke Cairan Kalibrasi pH 4.....	24
Gambar 3.16 Pergerakan Motor ke Cairan Kalibrasi pH 6.....	25
Gambar 3.17 Pergerakan Motor ke Cairan pH.....	25

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Pengaturan pin sensor pH	11
Tabel 3.2 Pengaturan pin LCD.....	12
Tabel 3.3 Pengaturan pin RTC.....	13
Tabel 3.4 Pengaturan pin kipas	14
Tabel 3.5 Pengaturan pin motor stepper horizontal	15
Tabel 3.6 Pengaturan pin motor stepper vertikal	15
Tabel 4.1 Hasil pengujian RTC.....	28
Tabel 4.2 Hasil pengujian kalibrasi pH 4 2 menit.....	30
Tabel 4.3 Hasil pengujian kalibrasi pH 6 2 menit.....	31
Tabel 4.4 Hasil pengujian kalibrasi pH 4 10 detik.....	31
Tabel 4.5 Hasil pengujian kalibrasi pH 6 10 detik.....	32
Tabel 4.6 Hasil pengujian kalibrasi pH 4 30 detik.....	32
Tabel 4.7 Hasil pengujian kalibrasi pH 6 30 detik.....	32
Tabel 4.8 Hasil pengujian motor stepper	34
Tabel 4.9 Hasil pengujian RTC seluruh sistem.....	36
Tabel 4.10 Hasil pengujian motor stepper seluruh sistem	37
Tabel 4.11 Hasil pengujian kalibrasi pH 4 seluruh sistem.....	38
Tabel 4.12 Hasil pengujian kalibrasi pH 6 seluruh sistem.....	38
Tabel 4.13 Hasil pengujian pH seluruh sistem	39

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Program RTC.....	45
Lampiran 2 Program Kalibrasi pH.....	46
Lampiran 3 Program Motor Stepper	47
Lampiran 4 Program Seluruh Sistem	51
Lampiran 5 Hasil Pengujian RTC.....	56



UNIVERSITAS
Dinamika

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hidroponik adalah suatu metode bercocok tanam yang minim luas lahannya, tanpa menggunakan object tanah fungsi utamanya. Tanaman yang tumbuh dengan metode hidroponik hanya membutuhkan air yang bernutrisi, pupuk yang digunakan harus khusus hidroponik dan mineral lain yang akan digunakan pada tanaman tersebut agar tumbuh optimal tanpa harus tanah.

Pengukuran pH merupakan hal yang sangat penting untuk mengetahui derajat keasaman yang dapat digunakan untuk menyatakan berapa tingkat keasaman atau kebasaaan pada suatu larutan. Seperti pada tanaman stroberi yang memiliki kadar pH yang ideal. Jika pada tumbuhan stroberi kadar pH nya tidak teratur maka akan tidak tumbuh dengan optimal, Tanaman stroberi butuh kadar pH yang bagus atau idealnya sehingga tumbuh dengan optimal. Pada saat ini pengukuran pH harus melalui prosedur-prosedur yang akan dijalankan manusia untuk prosedur itu sendiri. sensor pH dicelupkan pada cairan kalibrasi setelah itu sensor pH mendeteksi nilainya, setelah dicelupkan sensor pH dikeringkan jika sudah kering maka sensor pH akan membaca nilai nutrisi yang akan diukur tunggu waktu hingga angkanya stabil jika sudah maka dicelupkan kembali pada cairan kalibrasi setelah itu maka sensor pH dikeringkan kembali.

Jika tidak melakukan prosedur pada sensor pH maka sensor pH tidak akurat lagi pada saat pengukuran pH, akan terjadi penumpukan kotoran di bagian probe pH tersebut.

Pada penelitian sebelumnya yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Hidroponik NFT (*Nutrient Film Technique*) Pada Pembibitan Tanaman Stroberi Menggunakan Metode Fuzzy”. Wimar Rachman Hakim menggunakan sistem Hidroponik NFT pada stroberi dengan menggunakan metode *Fuzzy Logic Control* sugeno untuk mengatur kestabilan pH pada nutrisi yang akan dialirkan ke tanaman stroberi Hidroponik (Hakim, 2020).

Pada penelitian sebelumnya yang berjudul “Kendali Salinitas Air Menggunakan Fuzzy Logic Pada Aquarium Nemo” Andhika Ricky Setiawan Membuat Dan Merancang Alat Pengendali Kualitas Air Dengan Menggunakan Metode Fuzzy Logic Control Tsukamoto Untuk Mengatur Salinitas Air Pada Aquarium Stabil (Setiawan, 2018). Alat ini berguna untuk industri air, akuarium, petani dan sebagainya. Seperti pada industri air yang akan selalu melakukan pengukuran pH untuk menjaga kualitas air dari segi rasa air tersebut, pH air minum sudah di distandardisasi oleh Departemen Kesehatan RI dengan kisaran pH 6,5-8,5 (Filter, 2020).

Alat ini penting untuk membantu industri dalam melakukan pengukuran pH untuk menjaga kualitas yang dibuat pada industri tersebut. Pada penelitian sebelumnya, untuk pengecekan sensor pH tidak disertai dengan proses penetralan sehingga kurang efektif dalam pengujiannya, selain itu pada penelitian sebelumnya proses pengujian dilakukan secara manual. Pada penelitian ini akan dibuat protipe sistem otomatis pengukuran pH, dimana dalam prosesnya terdapat tahapan: penetralan, pengeringan, dan pengukuran.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan dalam Tugas Akhir ini adalah “Bagaimana cara pengukuran pH dengan prosedur yang telah ditentukan pada tandon nutrisi hidroponik?”

1.3 Batasan Masalah

Dalam pembuatan Tugas Akhir ini, ruang lingkup penelitian hanya akan dibatasi pada:

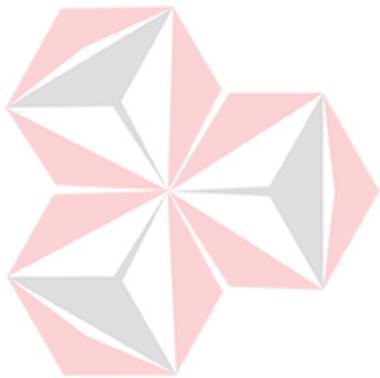
1. Larutan kalibrasi yang digunakan pH 4 dan pH 6.
2. Pada saat sensor pH dalam pengeringan tidak dilihat kadar air yang masih tersisa pada sensor pH.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan pada perancangan alat ini, yaitu dapat mengetahui nilai pH pada tandon nutrisi hidroponik dengan prosedur yang dijalankan pada saat pengukuran pH.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penyusunan Tugas Akhir ini agar lebih efektif dalam pengujian sensor pH dikarenakan terdapat proses penetralan dan dilakukan secara otomatis sehingga mengurangi aktivitas manusia.



UNIVERSITAS
Dinamika

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Hidroponik

Metode bercocok tanam yang memanfaatkan ukuran lahan yang kecil salah satunya adalah hidroponik. Hidroponik tidak menggunakan tanah sebagai fungsi utamanya, melainkan hanya menggunakan air bernutrisi. Jenis pupuk mineral khusus hidroponik yang digunakan pada tanaman berfungsi agar tanaman tumbuh dengan baik tanpa adanya tanah (Hakim, 2020).

2.2 pH Sensor

Sensor pH yang digunakan pada Tugas Akhir ini adalah sensor yang memiliki rangkaian modul dan dirancang untuk pengontrolan mikrokontroler. Akurasi dari sensor yang digunakan mempunyai persentase error sebesar 0,1. Modul dilengkapi dengan LED yang berfungsi sebagai Indikator apabila daya sudah terhubung.

Untuk menggunakan pH sensor maka harus menghubungkan modul dengan port analog pada mikrokontroler. Modul ini cocok digunakan untuk melakukan penelitian karena memiliki tingkat akurasi yang tinggi. Berikut merupakan spesifikasi dari modul ini:

- 1) Besar tegangan pemanas: 5 +~ 0.2 VDC.
- 2) Waktu respon sensor : 5 Detik.
- 3) Waktu stabilisasi sensor : 60 Detik.
- 4) Rentan suhu yang terdeteksi: 0-80.
- 5) Arus yang dibutuhkan : 5-10 mA.
- 6) Rentang konsentrasi : PH 0-PH 14.
- 7) Menggunakan sinyal analog.
- 8) Suhu : -10 ~ 50 (dengan nominal 20).
- 9) Kekuatan elemen sensor : 0.5W.
- 10) Maksimal kelembapan : 95% RH (kelembapan dengan nominal 65% RH).

(Sumber : (Hakim, 2020))

Contoh dari sensor pH dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Sensor pH
(Sumber: (Hakim, 2020))

2.3 Mikrokontroler

Single chip komputer yang dapat diprogram dan memiliki tugas utama melakukan kontrol disebut mikrokontroler. Mikrokontroler dapat digunakan sebagai alat penelitian maupun suatu sistem pada suatu alat dengan tugas pemrosesan dan pengontrolan data. Memiliki bentuk yang kecil namun berkemampuan yang tinggi serta berdaya rendah dan harga yang terjangkau. Penggunaan mikrokontroler hampir bisa digunakan di berbagai bidang seperti robotik, otomotif, industri, kedokteran, dan lain-lain (Abdurrahman, 2020).

Pada Tugas Akhir ini mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino Uno. Arduino Uno seperti yang dapat dilihat pada gambar 2.2 menggunakan ATmega328, memiliki 6 pin analog, 14 pin digital, serta kristal 16Mhz. Arduino Uno diprogram dengan menggunakan koneksi USB pada komputer atau laptop sehingga memudahkan pengguna.

(www.electricityofdream.blogspot.com)



Gambar 2.2 Arduino Uno
(Sumber: www.electricityofdream.blogspot.com)

Spesifikasi bagian yang digunakan pada mikrokontroler Arduino Uno adalah sebagai berikut:

1. Menggunakan mikrokontroler: ATmega328.
2. Tegangan yang digunakan: 5 V.
3. Tegangan Input yang dibutuhkan: 7 - 12 V.
4. Batas tegangan Input: 6-20 V.
5. Pin digital : 14 pin,6 diantaranya adalah pin PWM.
6. Pin analog yang tersedia: 6 pin analog.
7. Arus DC disetiap pin: 40 mA.
8. Arus DC pada pin 3.3V : 150 mA.
9. Flash Memory tersedia: 32 KB dan 0.5 KB yang digunakan untuk *bootloader*.
10. SRAM yang tersedia: 2 KB.
11. Ukuran EEPROM: 1 KB.
12. Kecepatan Clock: 16 Mhz.

(Sumber: www.electricityofdream.blogspot.com)

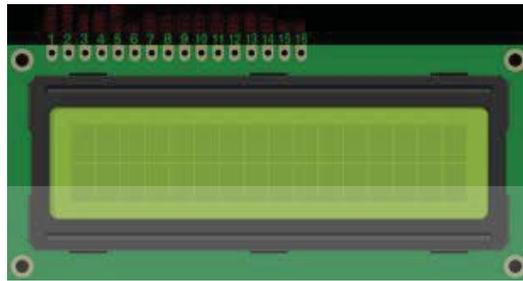
2.4 LCD (Liquid Cristal Display)

Salah satu jenis display yang dapat digunakan untuk menampilkan data dari mikrokontroler adalah LCD atau Liquid Cristal Display. Dengan teknologi CMOS logis, LCD dapat menampilkan data dengan bentuk hurud, karakter, maupun angka. Pada Tugas Akhir ini LCD yang digunakan adalah jenis 16x2. Fitur yang terdapat pada LCD yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Dapat menampilkan data dengan ukuran 16 karakter dan 2 baris.
2. Memiliki 192 jenis karakter.
3. Karakter generator sudah terprogram.

Pada Tugas Akhir ini LCD akan dihubungkan dengan modul I2C yang bertujuan untuk menghemat penggunaan port pada mikrokontroler Arduino Uno. LCD 16x2 dapat dilihat pada gambar 2.3.

(Sumber : <http://pujiiswandi42.blogspot.com>)



Gambar 2.3 LCD
(Sumber : <http://eprints.akakom.ac.id>)

2.5 RTC (*Real Time Clock*)

Modul RTC yang digunakan pada Tugas Akhir ini bertipe DS2311, modul ini merupakan salah satu jenis modul waktu digital yang menggunakan IC EEPROM bertipe AT24C32. Untuk mengakses modul ini diperlukan komunikasi two wire (pin SDA dan pin SCL). Sehingga hanya 2 pin saja yang digunakan untuk melakukan pengiriman menggunakan mikrokontroler Arduino Uno.

Modul RTC tentunya dilengkapi dengan battery 3V yang berfungsi untuk menyimpan waktu apabila daya dari mikrokontroler terputus. Modul ini memiliki Fitur seperti di bawah ini:

- a. RTC yang akurasi untuk perhitungan waktu.
- b. Dapat menyimpan data detik, data menit, data jam, data tanggal, data bulan, data hari dalam seminggu, dan tahunan, dengan maksimal tahun 2100.
- c. Akurasi $\pm 2\text{ppm}$ dari 0°C hingga $+40^\circ\text{C}$.
- d. Akurasi $\pm 3.5\text{ppm}$ dari -40°C hingga $+85^\circ\text{C}$.

- e. Kecepatan transfer menggunakan I2C Interface (400kHz).
- f. Terdapat Baterai untuk terus menyimpan data waktu.
- g. Tegangan yang digunakan: 3,3-5,55 V.
- h. Memiliki chip clock presisi tinggi dengan modul DS3231.
- i. Memiliki akurasi sebesar 2ppm.
- j. Memiliki kapasitas penyimpanan 32K.
- k. Memiliki komunikasi I2C dengan kecepatan transmisi mencapai 400KHz pada tegangan 5V.
- l. Memiliki berat: 8 g.

Contoh dari RTC dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 RTC
(Sumber : <https://www.nyabarilmu.com>)

2.6 Motor Stepper

Jenis motor DC yang dapat dikendalikan menggunakan pulse digital adalah stepper motor. Pulse digital dirubah menjadi gerakan yang mekanis yang mengakibatkan motor akan bergerak pada urutan pulse yang diberikan oleh mikrokontroler. Beberapa kelebihan yang ada pada motor stepper diantaranya adalah :

1. Dapat melakukan putaran yang kecil dan lambat sehingga tidak terpengaruh oleh porosnya saat motor aktif.
2. Pengaturan gerak dari motor stepper sangat presisi.
3. Saat keadaan awal motor bergerak sudah menggunakan daya penuh sehingga sangat kuat.
4. Mudah diatur karena sudut poros yang presisi.

5. Memiliki respon yang sangat baik dalam berputar ke kanan maupun ke kiri.
(Sumber : <https://rikkiandika.wordpress.com>)

Contoh dari motor stepper Nema 17 dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 Motor Stepper
(Sumber : <https://rikkiandika.wordpress.com>)

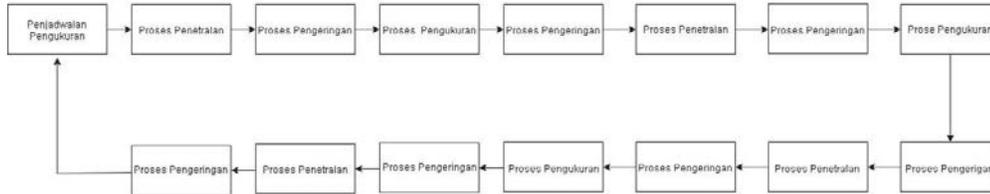
2.7 Proses Pengukuran pH dengan menggunakan sensor pH

Pada proses pengukuran pH terdapat beberapa langkah menurut (Safitri, 2020), yaitu:

1. Sebelum melakukan pengujian sensor harus terlebih dahulu di masukan pada cairan kalibrasi.
2. Setelah mencapai nilai kalibrasi yang ditentukan sudah dam dengan nilai sensor maka sensor sudah selesai tahap kalibrasi.
3. Sebelum melakukan pengujian, sensor harus dibilas dan dikeringkan terlebih dahulu.
4. Pengujian dilakukan sengan memasukan sensor selama 2 hingga nilai stabil.
5. Setelah melakukan pengujian, sensor harus dimasukan ke cairan kalibrasi agar larutan yang sebelumnya menghilang.
6. Langkah terakhir sensor harus kembali dibilas dan dikeringkan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Model Perancangan



Gambar 3.1 Blok Diagram Model Perancangan

Pada gambar 3.1 terdapat beberapa proses dan memiliki tugas yang berbeda, berikut bagian-bagian penjelasan pada proses diatas:

1. Proses Penjadwalan

Pada Tugas Akhir ini penulis membuat jadwal untuk pengukuran pH, berfungsi untuk menentukan periode pengukuran tersebut. Pada pengukuran ini penulis melakukan penjadwalan setiap seminggu 1 kali pengukuran untuk mengetahui besarnya pH yang dihasilkan pada sensor tersebut.

2. Proses Pengukuran pH

Pada proses ini perangkat sensor pH akan melakukan pengukuran. Sensor pH di atas akan turun ke tandon hingga kedalaman 5cm yang terdapat larutan-larutan untuk proses pengukuran pH tersebut dalam proses pengukuran pH ini memerlukan waktu 2 menit untuk menentukan stabilnya pH. Setelah pH dinyatakan stabil maka sensor pH di angkat kembali untuk melakukan proses selanjutnya.

3. Proses Penetrasi Sensor

Pada proses ini sensor pH yang telah digunakan pengukuran maka sensor pH ini melakukan penetrasi dengan cairan kalibrasi yang telah disediakan. Proses penetrasi ini menunggu sensor pH membaca pH kalibrasi yang telah disediakan hingga stabil setelah sensor pH stabil maka sensor tersebut di angkat kembali untuk melakukan proses selanjutnya.

4. Proses Pengeringan Sensor

Pada proses ini sensor pH setelah penetralan maka sensor pH ini melakukan proses pengeringan dengan bergerak kesamping dan setelah sensor berhenti maka kipas akan menyala dengan waktu 3 menit untuk mengeringkan sensor pH tersebut.

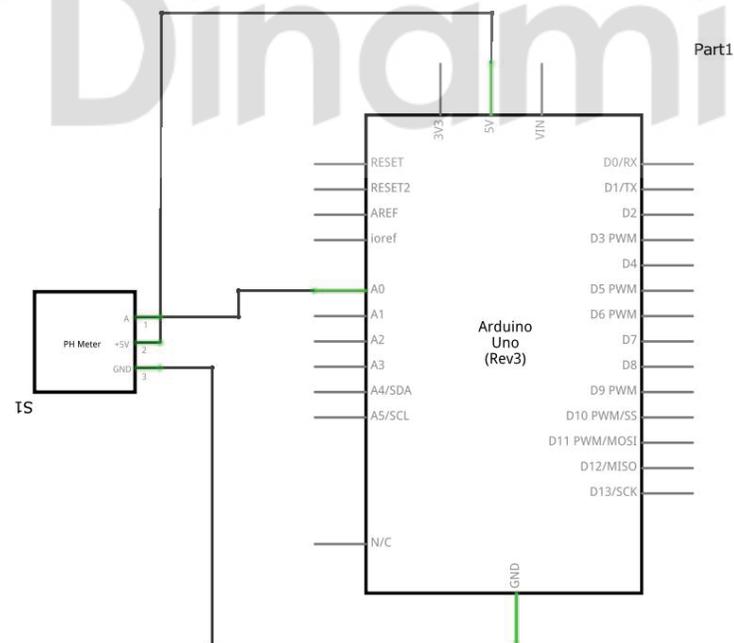
3.2 Perancangan Perangkat Keras

3.2.1 Perancangan Alat Pengukuran pH

Tabel 3.1 Pengaturan pin sensor pH

No.	Arduino Uno	Sensor pH
1	Vcc	Vcc
2	Ground	Ground
3	A0	Out

Tabel 3.1 menunjukkan daftar pin dari sensor pH yang dihubungkan dengan Arduino Uno.



Gambar 3.2 Rangkaian Skematik Sensor pH

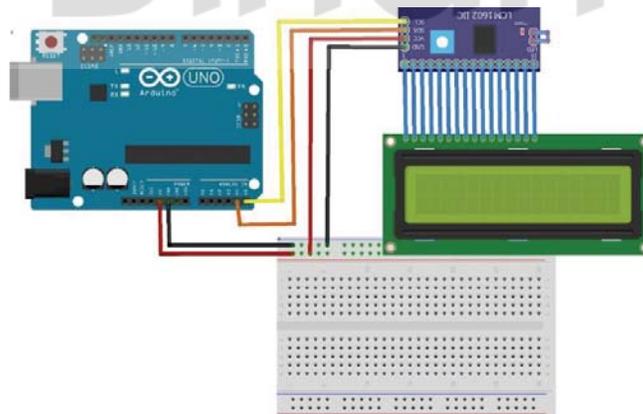
Pada gambar 3.2 menjelaskan tentang sensor pH yang otomatis. Sensor pH akan melakukan tugasnya pada saat motor stepper bergerak menuju tandon untuk pengukuran pH tersebut setelahnya sensor pH mengeceknya maka sensor pH akan bergerak naik, setelah itu menuju penetralan dengan cairan kalibrasi dengan didiamkan 1 menit maka setelah penetralan sensor pH akan di keringkan untuk pengukuran selanjutnya. Untuk pengukuran selanjutnya sudah dibuat penjadwalan setiap seminggu dengan 1 kali pengukuran.

3.2.2 Perancangan LCD

Tabel 3.2 Pengaturan pin LCD

No	Arduino Uno	LCD
1	Vcc	Vcc
2	Ground	Ground
3	Scl	Scl
4	Sda	Sda

Tabel 3.2 menunjukkan daftar pin dari LCD yang dihubungkan dengan Arduino Uno.



Gambar 3.3 Rangkaian LCD

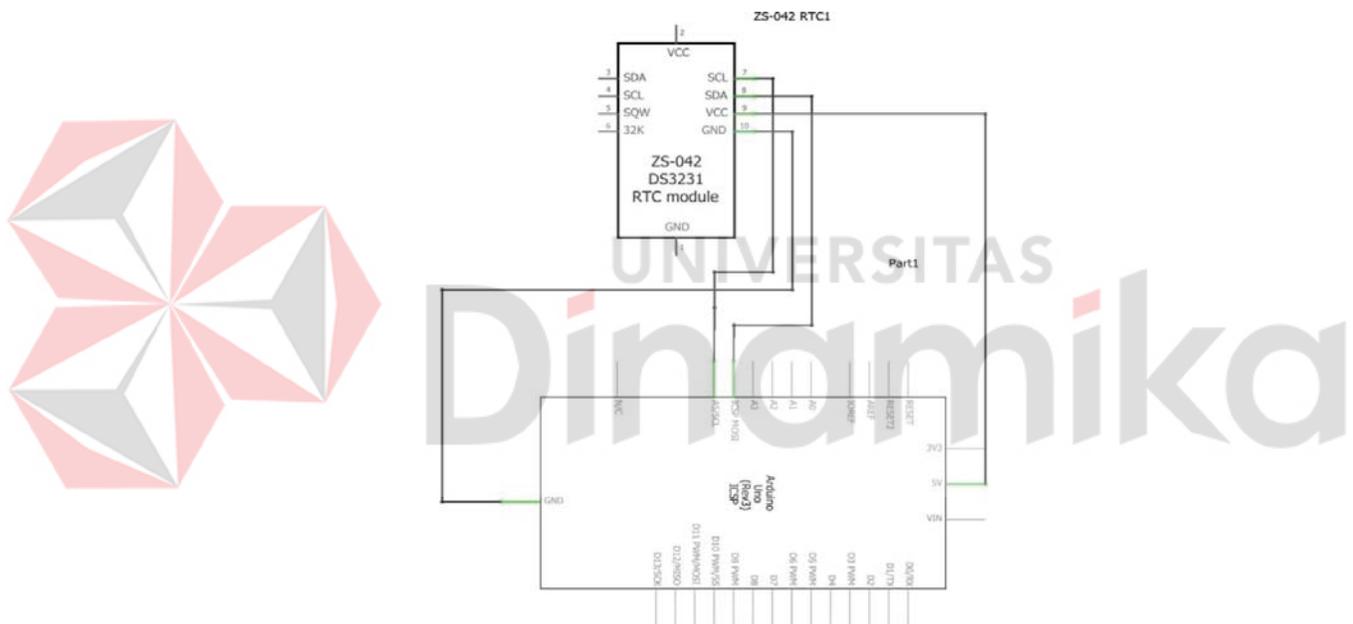
Pada gambar 3.3 menjelaskan tentang rangkaian LCD pada Arduino, sensor pH pada saat melakukan pengukuran data yang diambil akan ditampilkan pada LCD untuk mengetahui berapa angka pH yang dihasilkan.

3.2.3 Perancangan RTC (*Real Time Clock*)

Tabel 3.3 Pengaturan pin RTC

No	Arduino Uno	LCD
1	Vcc	Vcc
2	Ground	Ground
3	Scl	Scl
4	Sda	Sda

Tabel 3.3 menunjukkan daftar pin dari RTC yang dihubungkan dengan Arduino Uno.



Gambar 3.4 Rangkaian RTC

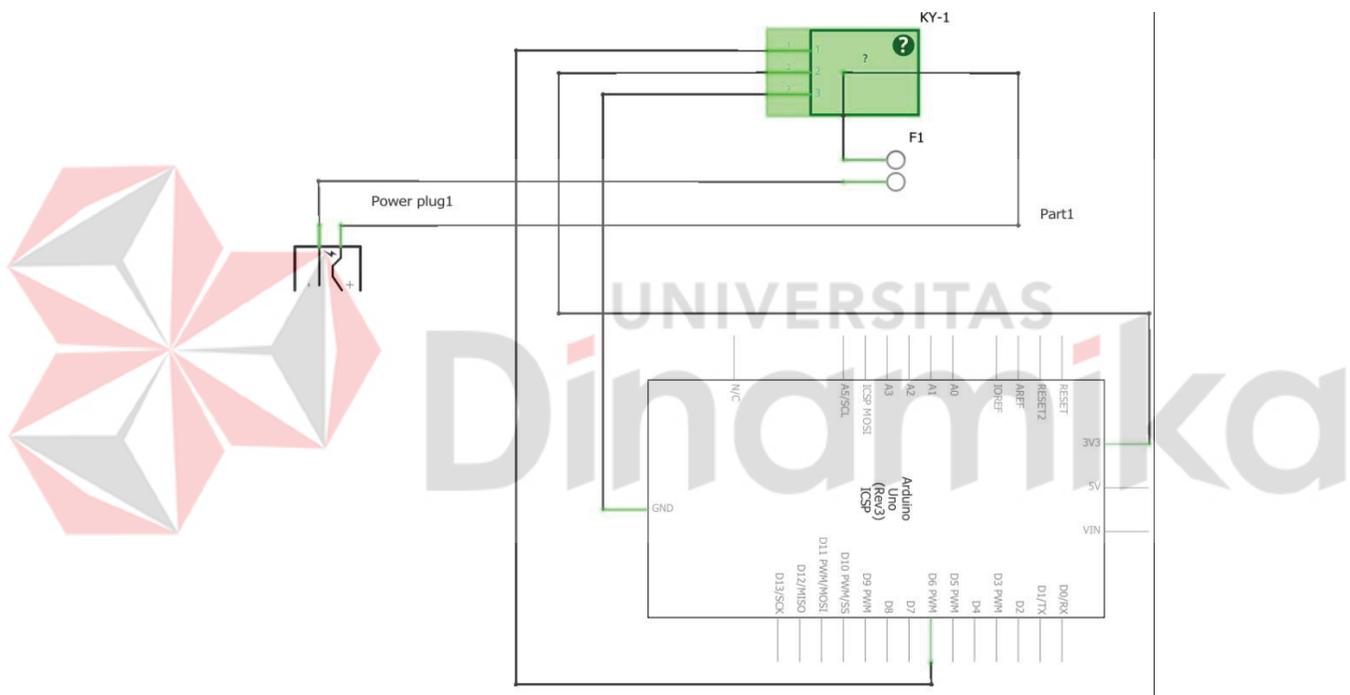
Pada gambar 3.4 menjelaskan tentang rangkaian RTC pada Arduino, sebelum sensor pH melakukan pengukuran data, RTC akan melakukan penjadwalan terlebih dahulu untuk menentukan kapan sensor pH akan bergerak.

3.3.4 Perancangan Kipas

Tabel 3.4 Pengaturan pin kipas

No	Arduino Uno	Relay
1	Vcc	Vcc
2	Ground	Ground
3	Pin 6	Out

Tabel 3.4 menunjukkan daftar pin dari Relay yang dihubungkan dengan Arduino Uno. Relay yang digunakan Normally Close



Gambar 3.5 Rangkaian Kipas

Pada gambar 3.5 menjelaskan tentang Kipas pada Arduino, setelah sensor pH melakukan pengukuran data maka kipas menyala untuk mengeringkan sensor pH yang basah.

3.2.5 Perancangan Motor Stepper

Tabel 3.5 menunjukkan daftar pin dari Motor Stepper Horizontal yang dihubungkan dengan Arduino Uno, Adaptor dan Driver Motor A4988.

Tabel 3.5 Pengaturan pin motor stepper horizontal

No	Arduino Uno	Driver Motor	Adaptor	Motor Stepper
1	Vcc	Vcc	-	-
2	Vcc	Vcc	-	-
3	-	Vcc 12v	Vcc 12v	-
4	-	Ground12v	Ground 12v	-
5	Ground	Ground	-	-
6	Pin 2	Out 1	-	-
7	Pin 3	Out 2	-	-
8	-	Reset	-	-
9	-	Sleep	-	-
10	-	1A	-	Out1
11	-	1B	-	Out2
12	-	2A	-	Out3
13	-	2B	-	Out4

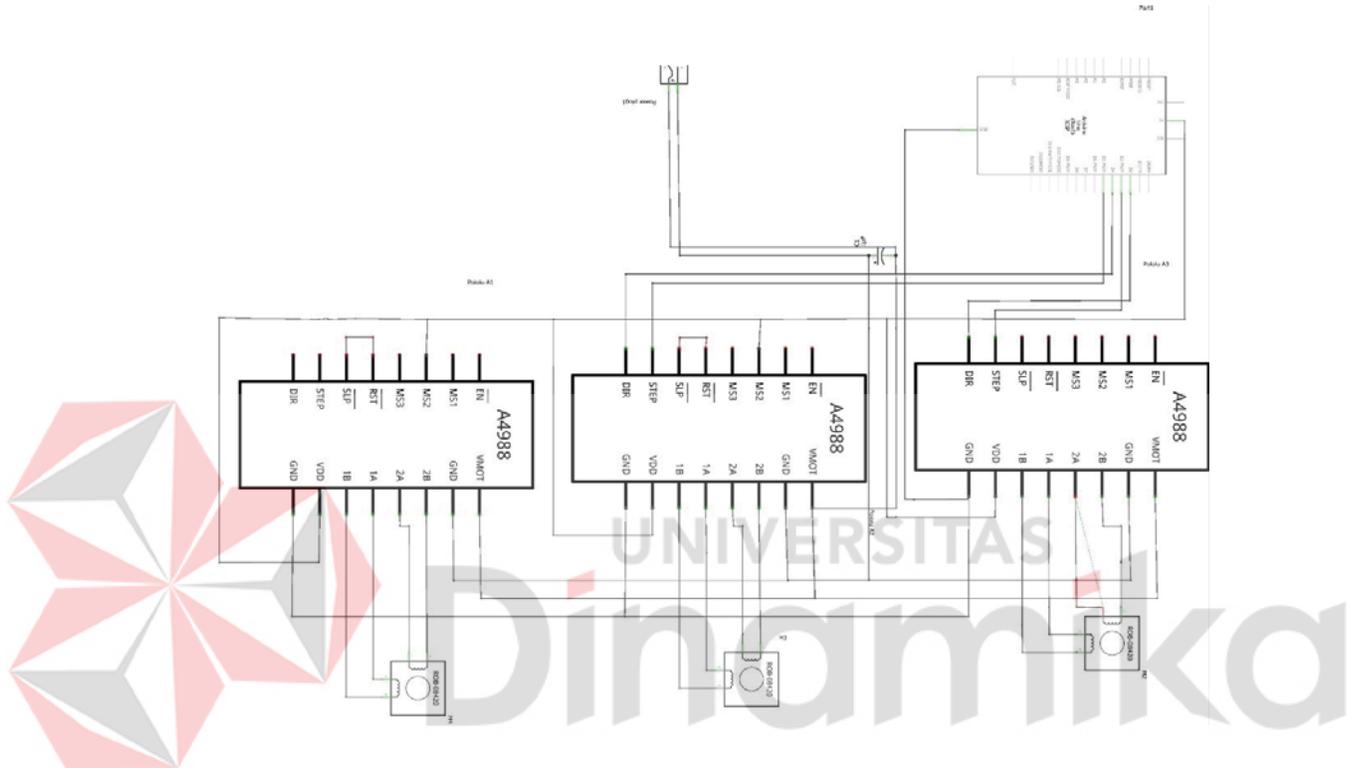
Tabel 3.6 Pengaturan pin motor stepper vertikal

No	Arduino Uno	Driver Motor 1	Driver Motor 2	Adaptor 12V	Motor 1	Motor 2
1	Vcc	Vcc	Vcc	-	-	-
2	Vcc	Vcc	Vcc	-	-	-
3	-	Vcc 12v	Vcc 12v	Vcc 12v	-	-
4	-	Ground12v	Ground 12v	Ground 12v	-	-
5	Ground	Ground	Ground	-	-	-
6	Pin 4	Out 1	Out 1	-	-	-
7	Pin 5	Out 2	Out 2	-	-	-
8	-	Reset	Reset	-	-	-
9	-	Sleep	Sleep	-	-	-
10	-	1A	1A	-	Out 1	Out 1
11	-	1B	1B	-	Out 2	Out 2
12	-	2A	2A	-	Out 3	Out 3
13	-	2B	2B	-	Out 4	Out 4

Tabel 3.6 menunjukkan daftar pin dari Motor Stepper Vertikal yang terdapat 2 Motor dihubungkan bersama yang akan dihubungkan dengan Arduino

Uno, Adapter dan Driver Motor A4988. Untuk bagian pin Output dari vertikal 1 dan 2 dihubungkan secara paralel.

Pada gambar 3.6 menjelaskan tentang rangkaian motor stepper. Pada rangkaian ini terdapat 3 motor stepper, motor stepper pertama Bergeraknya secara horizontal, motor stepper kedua dan ketiga Bergeraknya secara vertikal.



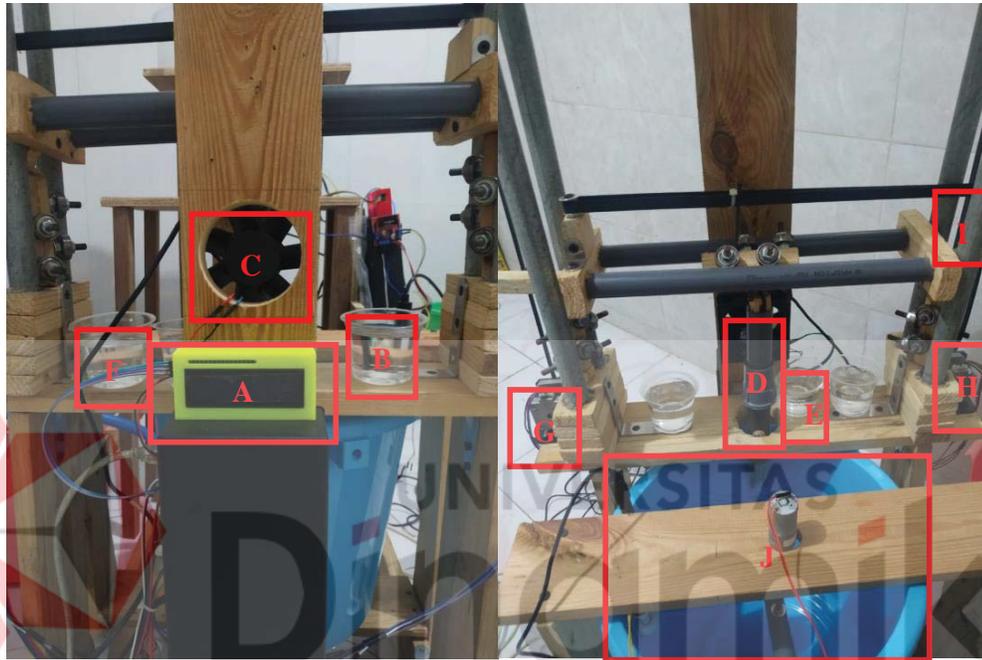
Gambar 3.6 Rangkaian Motor Stepper

3.2.6 Perancangan Mekanik

Pada gambar 3.7 menunjukkan Mekanik Tugas Akhir yang akan digunakan sebagai simulasi alat otomatis pengukur pH. Sensor pH diletakkan ditengah jalur horizontal dari motor stepper. Berikut bagian-bagian yang ada dari hasil desain prototype:

- LCD 16x2.
- Aquades / Penetralan.
- Kipas.
- Sensor pH.
- pH 6.

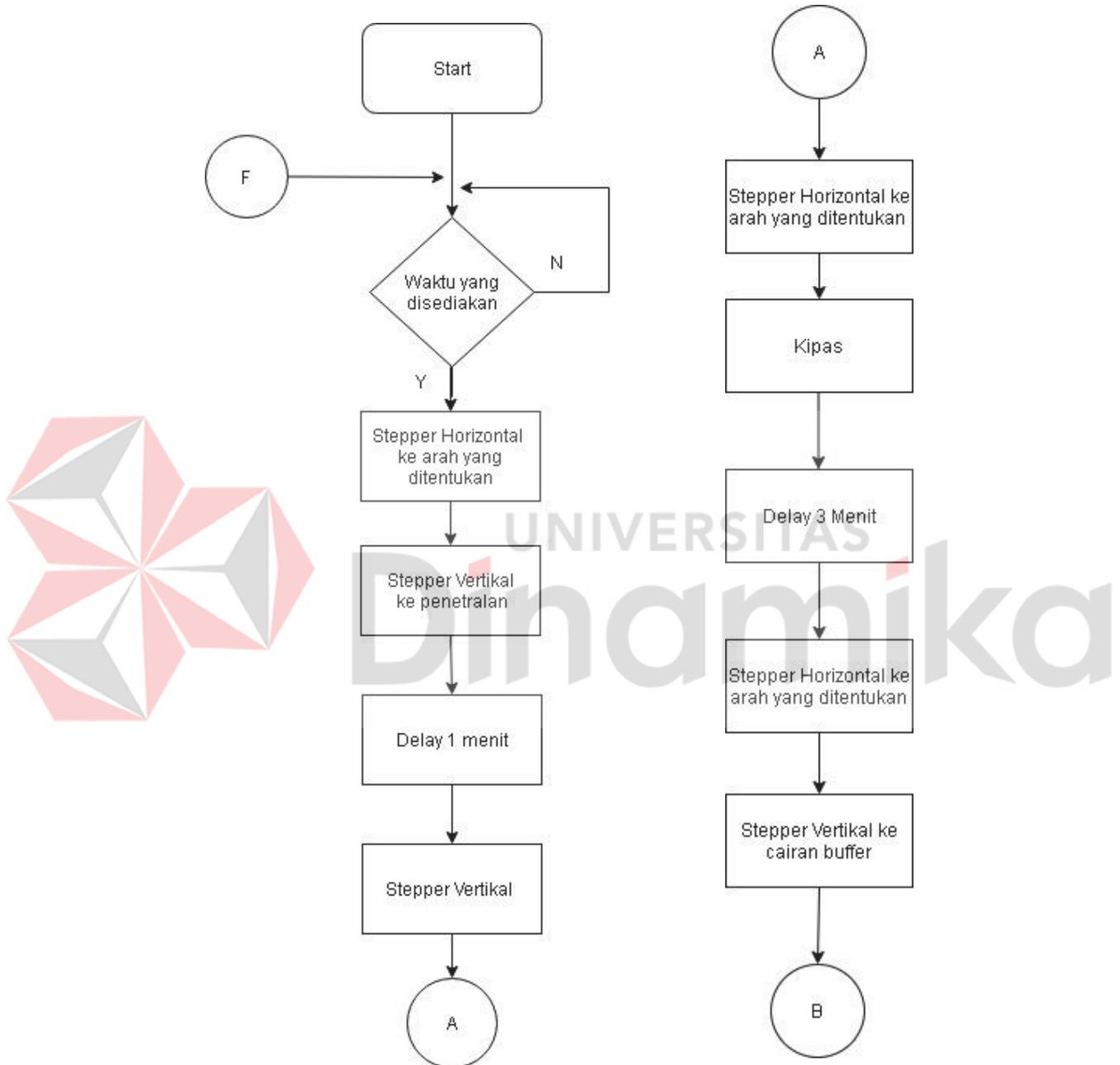
- f. pH 4.
- g. Motor stepper vertikal 1.
- h. Motor stepper vertikal 2.
- i. Motor stepper horizontal.
- j. Tandon pH.



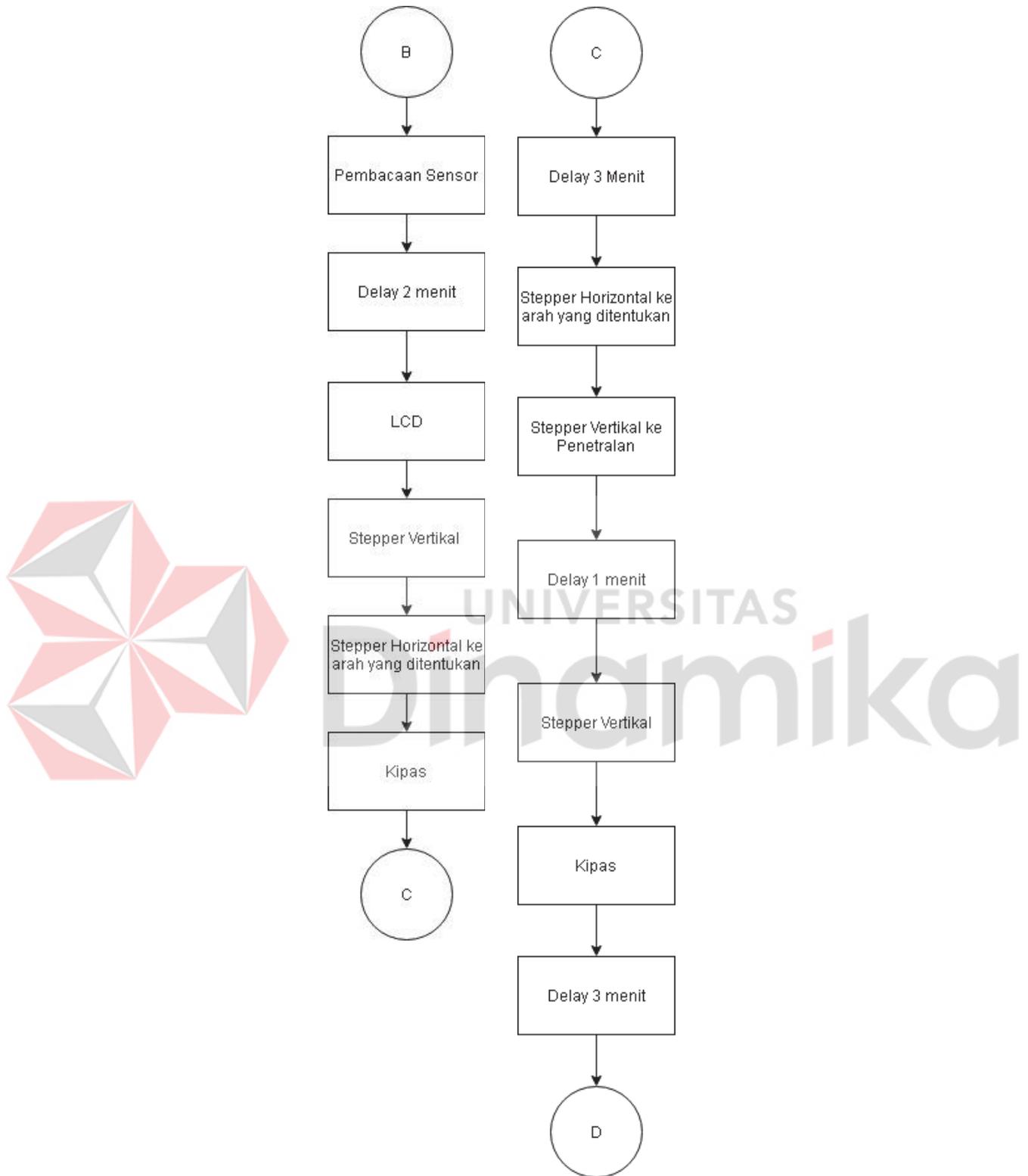
Gambar 3.7 Hasil Desain Prototype

3.3 Perancangan Perangkat Lunak

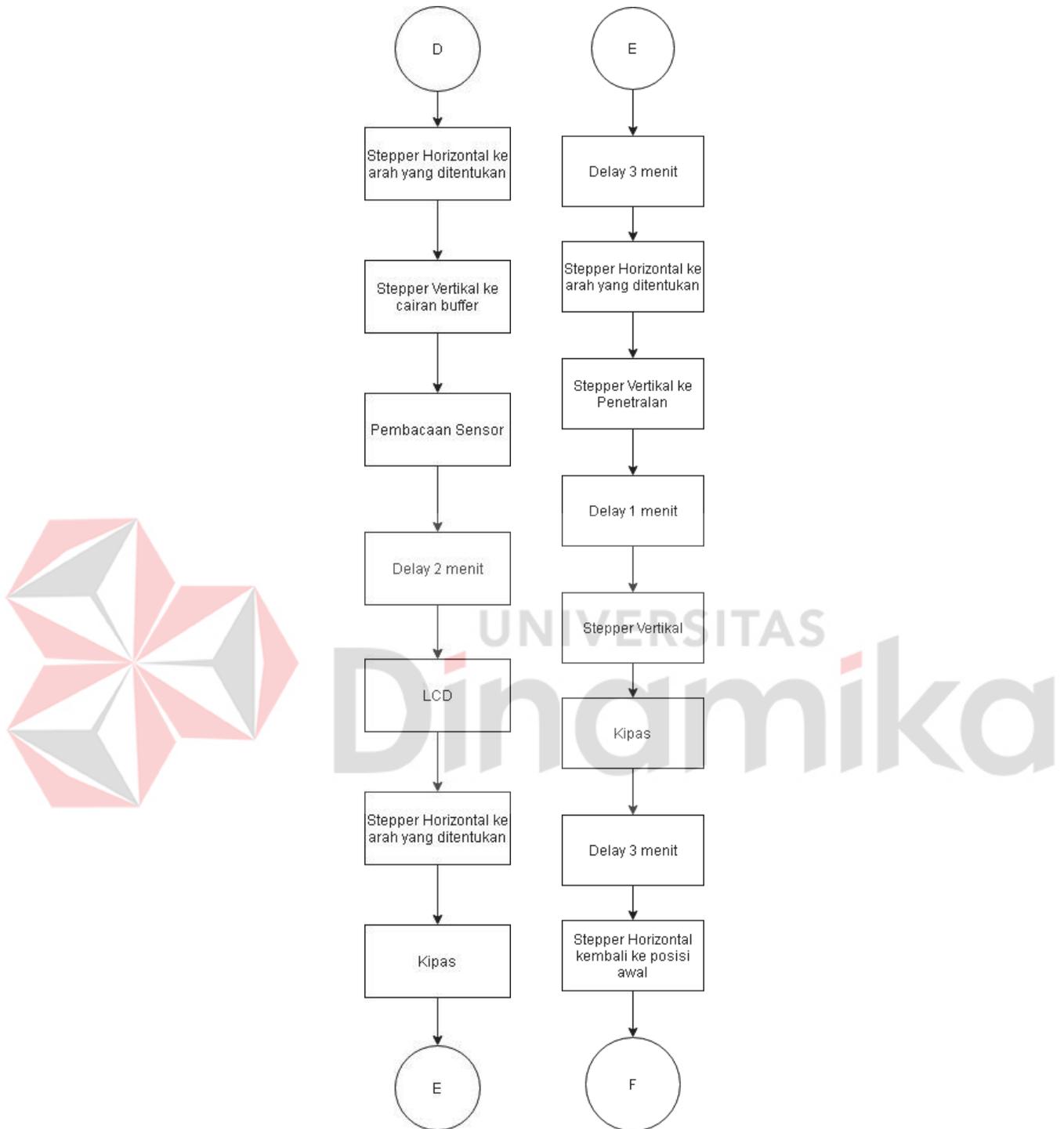
Algoritma



Gambar 3.8 Flowchart Penjadwalan, Penetralan dan Pengeringan



Gambar 3.9 Flowchart Proses Pembacaan Nilai pH



Gambar 3.10 Flowchart Pengeringan

Pada gambar flowchart diatas dijelaskan pada proses awal yaitu penjadwalan terhadap sensor pH untuk melakukan pengukuran rutin dengan waktu

yang telah di tentukan. Jika penjadwalan belum ditentukan maka proses tidak akan berjalan hingga waktu penjadwalan ditentukan. Setelah waktu penjadwalan ditentukan stepper akan bergerak ke arah yang telah ditentukan yaitu bergerak vertikal menuju penetralan. Pada proses penetralan ini dilakukan pencucian sensor pH dengan air aquades/destilasi setelah itu stepper bergerak menuju pengeringan dengan waktu 3 menit selanjutnya proses pembacaan sensor pH dan langsung ditampilakn pada LCD pada saat pengukuran pH kalibrasi terdapat pH 4 dan pH 6, sensor pH akan melakukan pembacaan cairan kalibrasi pH 4. Sensor pH akan menuju pengeringan Dalam proses pengeringan ini kipas berputar dengan waktu 3 menit, setelah 3 menit maka stepper akan bergerak menuju penetralan untuk melakukan kalibrasi yang pH 6 pada kalibrasi ini aturannya sama dengan pH 4. Selanjutnya akan dilakukan proses pembacaan pH dengan waktu 2 menit dan menampilkan data pH tersebut, setelahnya stepper bergerak menuju penetralan untuk membersihkan larutan-larutan pH dengan waktu yang sudah di ditentukan sebelumnya. Selanjutnya stepper bergerak kembali menuju pengeringan dengan waktu yang sudah disebutkan sebelumnya, dan stepper horizontal bergerak menuju ke posisi awal.

3.4 Indikator Keberhasilan

3.4.1 Pengukuran pH pada Sensor pH

Pada pengukuran manual belum terdapat penetralan dan penjadwalan, waktu menunggu pengecekan yang menjadi kekurangan pada sistem tersebut, maka dengan pengukuran otomatis sudah tersedia penjadwalan yang lebih akurat dan waktu pengukuran yang lebih optimal dan menjadi tolak ukur keberhasilan sistem yang dibuat (Hakim, 2020)).

3.4.2 Penetralan pH pada Sensor pH

Pada proses penetralan ini dilakukan dengan menggunakan sensor pH yang di masukan ke dalam cairan kalibrasi jika saat pengukuran sesuai dengan nilai cairan kalibrasi, maka dapat disimpulkan bahwa sensor pH bekerja dengan baik.

Dimana jika menggunakan pengukuran manual dengan tenaga manusia berpotensi pembacaan yang tidak stabil.

3.4.3 Proses Pengukuran

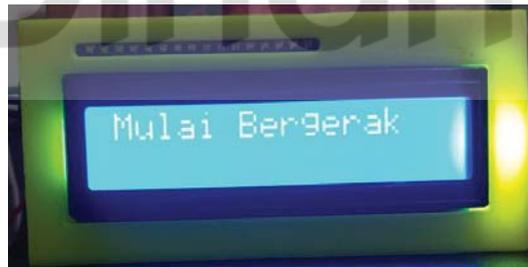
Pengukuran terdiri dari beberapa tahapan yang harus dilakukan, diantaranya adalah:

- Sebelum melakukan pengujian, diharuskan mengatur waktu penjadwalan melalui program Arduino Uno. Contoh apabila ingin melakukan pengujian pada setiap hari Senin jam 21:48:45 maka pengaturannya seperti yang dapat dilihat pada gambar 3.11.

```
66 // Pergerakan Sensor
67 if (jam == "21:48:45" && hari == "Monday"){
```

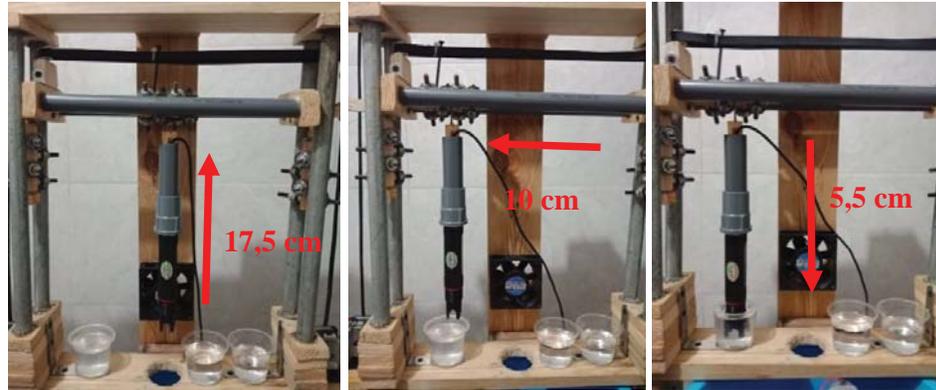
Gambar 3.11 Pengaturan Waktu Penjadwalan

- Apabila waktu saat ini sama dengan waktu yang sudah diatur dalam program Arduino maka sistem akan berjalan diawali dengan tampilnya “Mulai Bergerak” pada LCD seperti pada gambar 3.12.



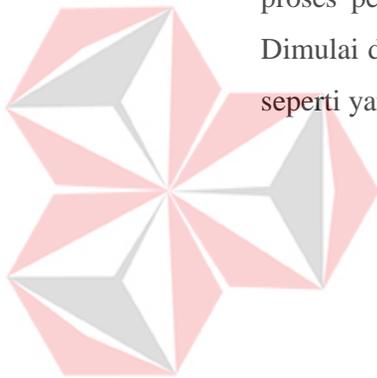
Gambar 3.12 Tampilan Saat Sistem Mulai

- Motor bergerak menuju posisi penutralan dimana, sensor akan bergerak keatas sejauh 17,5 cm, lalu bergerak kekiri 10 cm, dan terakhir bergerak 5,5 cm kebawah seperti yang dapat dilihat pada gambar 3.13.



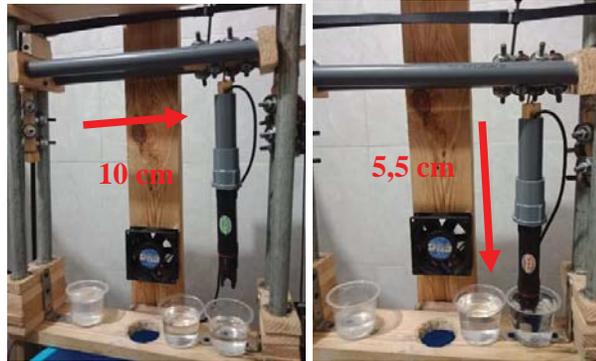
Gambar 3.13 Pergerakan Motor Menuju Penetralkan

- d. Penetralkan akan berjalan selama 1 menit, pada penetralkan ini untuk membersihkan sisa-sisa larutan pH yang telah digunakan sebelumnya. Setelah proses penetralkan selesai, motor akan bergerak menuju posisi pengeringan. Dimulai dengan bergerak keatas sejauh 5,5 cm, lalu bergerak ke kanan 10 cm seperti yang dapat dilihat pada gambar 3.14.



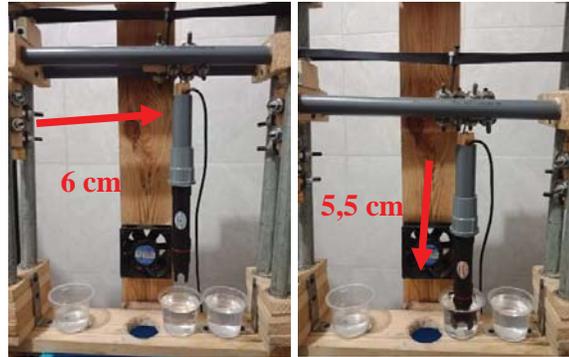
Gambar 3.14 Pergerakan Motor ke Pengeringan

- e. Pengeringan dengan kipas akan berjalan selama 3 menit, pada pengeringan ini untuk mengeringkan sensor pH yang telah dicelupkan pada saat penetralkan menggunakan kipas. Setelah proses pengeringan selesai, motor akan bergerak menuju posisi kalibrasi pH 4. Dimulai dengan bergerak kekanan sejauh 10 cm, lalu bergerak kebawah 5,5 cm seperti yang dapat dilihat pada gambar 3.15.



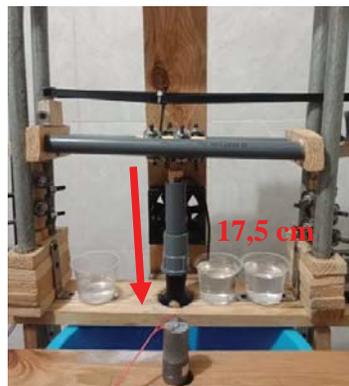
Gambar 3.15 Pergerakan Motor ke Cairan Kalibrasi pH 4

- f. Kalibrasi pH 4 akan berjalan selama 2 menit dan hasil dari pengukuran sensor akan ditampilkan pada LCD. Setelah proses kalibrasi pH 4 selesai, motor akan bergerak menuju posisi pengeringan. Dimulai dengan bergerak keatas sejauh 5.5 cm, lalu bergerak kekiri 10 cm.
- g. Pengeringan dengan kipas akan berjalan selama 3 menit. Setelah proses pengeringan selesai, motor akan bergerak menuju posisi penetralan. Dimulai dengan bergerak kekiri sejauh 10 cm, lalu bergerak kebawah 5,5 cm.
- h. Penetralan akan berjalan selama 1 menit. Setelah proses penetralan selesai, motor akan bergerak menuju posisi pengeringan. Dimulai dengan bergerak keatas sejauh 5,5 cm, lalu bergerak ke kanan 10 cm.
- i. Pengeringan dengan kipas akan berjalan selama 3 menit, Setelah proses pengeringan selesai, motor akan bergerak menuju posisi kalibrasi pH 6. Dimulai dengan bergerak kekanan sejauh 6 cm, lalu bergerak kebawah 5,5 cm seperti pada gambar 3.16.



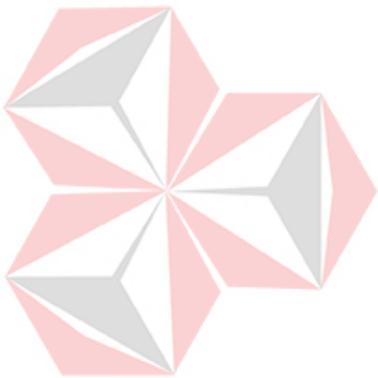
Gambar 3.16 Pergerakan Motor ke Cairan Kalibrasi pH 6

- j. Pengukuran kalibrasi sensor pH 6 akan berjalan selama 2 menit dan hasil dari pengukuran sensor akan ditampilkan pada LCD. Setelah proses kalibrasi sensor selesai, motor akan bergerak menuju posisi pengeringan. Dimulai dengan bergerak keatas sejauh 5,5 cm, lalu bergerak kekiri 6 cm.
- k. Pengeringan dengan kipas akan berjalan selama 3 menit. Setelah proses pengeringan selesai, motor akan bergerak menuju posisi penetralan. Dimulai dengan bergerak kekiri sejauh 10 cm, lalu bergerak kebawah 5,5 cm.
- l. Penetralan akan berjalan selama 1 menit. Setelah proses penetralan selesai, motor akan bergerak menuju posisi pengeringan. Dimulai dengan bergerak keatas sejauh 5,5 cm, lalu bergerak ke kanan 10 cm.
- m. Pengeringan dengan kipas akan berjalan selama 3 menit, Setelah proses pengeringan selesai, motor akan bergerak menuju posisi pengujian pH dengan bergerak kebawah 17,5 cm seperti pada gambar 3.17.



Gambar 3.17 Pergerakan Motor ke Cairan pH

- n. Pengukurang pH akan berjalan selama 2 menit, Setelah proses pengukuran pH sensor selesai, motor akan bergerak menuju posisi pengeringan dengan bergerak keatas sejauh 17,5 cm.
- o. Pengeringan dengan kipas akan berjalan selama 3 menit. Setelah proses pengeringan selesai, motor akan bergerak menuju posisi penetralan. Dimulai dengan bergerak kekiri sejauh 10 cm, lalu bergerak kebawah 5,5 cm.
- p. Penetralan akan berjalan selama 1 menit. Setelah proses penetralan selesai, motor akan bergerak menuju posisi pengeringan. Dimulai dengan bergerak keatas sejauh 5,5 cm, lalu bergerak ke kanan 10 cm.
- q. Langkah terakhir adalah pengeringan dengan kipas yang akan aktif selama 3 menit.



UNIVERSITAS
Dinamika

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian RTC

4.1.1 Tujuan Pengujian RTC

Tujuan pengujian ini adalah untuk memastikan penjadwalan sistem aktif dapat berjalan dengan baik tanpa adanya keterlambatan.

4.1.2 Peralatan yang Digunakan Pengujian RTC

1. Arduino UNO.
2. Laptop.
3. USB *Downloader*.
4. RTC.
5. Kabel Jumper.

4.1.3 Cara Pengujian RTC

1. Menghidupkan Laptop.
2. Membuka *software* Arduino IDE, mengupload program khusus pengujian RTC.
3. Melakukan pengaturan jadwal pengujian.
4. Mengupload program apabila telah melakukan pengaturan jadwal pengujian.
5. Membuka serial monitor dan mengamati hasil dari pengaturan yang telah dibuat.

4.1.4 Hasil Pengujian RTC

Pengujian RTC dilakukan dengan membandingkan waktu pengaturan RTC dalam program dengan waktu saat sistem aktif, apabila waktu sistem aktif sama dengan waktu pengaturan RTC maka pengujian dinyatakan berhasil.

Tabel 4.1 Hasil pengujian RTC

No	Pengaturan RTC		Hasil Pegujian		
	Jam	Hari	Jam Aktif	Hari Aktif	Error
1	10:50:00	Jumat	10:50:00	Jumat	-
2	18:00:00	Selasa	18:00:00	Selasa	-
3	15:00:00	Rabu	15:00:00	Rabu	-
4	8:30:00	Minggu	8:30:00	Minggu	-
5	9:45:30	Selasa	9:45:30	Selasa	-
6	7:15:11	Rabu	7:15:11	Rabu	-
7	20:00:21	Kamis	20:00:21	Kamis	-
8	16:23:43	Kamis	16:23:43	Kamis	-
9	14:11:00	Senin	14:11:00	Senin	-
10	12:00:00	Selasa	12:00:00	Selasa	-
11	9:03:31	Senin	9:03:31	Senin	-
12	13:43:55	Sabtu	13:43:55	Sabtu	-
13	15:43:54	Minggu	15:43:54	Minggu	-
14	17:00:00	Rabu	17:00:00	Rabu	-
15	15:43:54	Kamis	15:43:54	Kamis	-
16	19:32:34	Minggu	19:32:34	Minggu	-
17	21:00:00	Senin	21:00:00	Senin	-
18	6:45:00	Sabtu	6:45:00	Sabtu	-
19	5:31:00	Rabu	5:31:00	Rabu	-
20	5:20:21	Jumat	5:20:21	Jumat	-
21	13:43:15	Selasa	13:43:15	Selasa	-
22	10:32:00	Senin	10:32:00	Senin	-
23	19:20:21	Kamis	19:20:21	Kamis	-
24	17:23:22	Rabu	17:23:22	Rabu	-
25	18:00:24	Jumat	18:00:24	Jumat	-
26	14:32:12	Minggu	14:32:12	Minggu	-
27	21:23:24	Senin	21:23:24	Senin	-
28	9:00:50	Kamis	9:00:50	Kamis	-
29	7:00:00	Selasa	7:00:00	Selasa	-
30	7:15:00	Jumat	7:15:00	Jumat	-

4.1.5 Analisis Data Pengujian RTC

Berdasarkan tabel 4.1 dimana pengujian RTC dilakukan sebanyak 30 kali dan menghasilkan keberhasilan sebesar 100%, maka dapat disimpulkan penjadwalan sistem dapat berjalan dengan baik.

4.2 Pengujian Kalibrasi pH

4.2.1 Tujuan Pengujian Kalibrasi pH

Tujuan Pengujian ini adalah untuk mengetahui keakuratan modul sensor pH dan menjaga alat ukur sensor pH supaya hasil pengukuran diterima dan masuk untuk validasi yang akan diperlukan.

4.2.2 Peralatan yang Digunakan Pengujian Kalibrasi pH

1. Laptop.
2. Arduino UNO.
3. Modul sensor pH.
4. Cairan pH 4 dan pH 6.
5. *USB Downloader*.

4.2.3 Cara Pengujian Kalibrasi pH

1. Menghidupkan laptop.
2. Membuka *software* Arduino IDE.
3. Mengupload program khusus pengujian kalibrasi pH .
4. Sensor pH dimasukkan pada larutan kalibrasi yang berbeda untuk mengetahui nilainya.
5. Setelah itu mengamati nilai sensor pada *serial monitor*.

4.2.4 Hasil Pengujian Kalibrasi pH

Pengujian Kalibrasi pH 4 ini dilakukan dengan cara memasukkan sensor ke cairan kalibrasi pH selama 2 menit disetiap pengujiannya. Kemudian hasil yang didapat dibandingkan dengan pengukuran pH meter untuk mendapatkan nilai error dari sensor.

Tabel 4.2 Hasil pengujian kalibrasi pH 4 2 menit

No	Hasil Uji	pH Meter	Waktu	Error (%)
1	3.86	4	2 Menit	3.5
2	3.85	4	2 Menit	3.75
3	3.82	4	2 Menit	4.5
4	3.82	4	2 Menit	4.5
5	3.84	4	2 Menit	4
6	3.83	4	2 Menit	4.25
7	3.87	4	2 Menit	3.25
8	3.86	4	2 Menit	3.5
9	3.86	4	2 Menit	3.5
10	3.85	4	2 Menit	3.75
11	3.86	4	2 Menit	3.5
12	3.85	4	2 Menit	3.75
13	3.84	4	2 Menit	4
14	3.86	4	2 Menit	3.5
15	3.86	4	2 Menit	3.5
16	3.86	4	2 Menit	3.5
17	3.85	4	2 Menit	3.75
18	3.86	4	2 Menit	3.5
19	3.86	4	2 Menit	3.5
20	3.86	4	2 Menit	3.5
21	3.86	4	2 Menit	3.5
22	3.87	4	2 Menit	3.25
23	3.87	4	2 Menit	3.25
24	3.86	4	2 Menit	3.5
25	3.86	4	2 Menit	3.5
26	3.86	4	2 Menit	3.5
27	3.86	4	2 Menit	3.5
28	3.86	4	2 Menit	3.5
29	3.86	4	2 Menit	3.5
30	3.86	4	2 Menit	3.5
Rata-Rata				3.63

Dari hasil pengujian kalibrasi dapat dirumuskan untuk menghitung error, yaitu :

$$Error = \left| \left(\frac{Hasil Uji - pH Meter}{pH Meter} \right) * 100 \right| \quad (4.1)$$

Sama halnya dengan kalibrasi pH 4, Pengujian kalibrasi pH 6 juga dilakukan selama 2 menit di setiap pengujiannya dan hasil yang didapat

dibandingkan dengan pengukuran pH meter untuk mendapatkan nilai error dari sensor.

Tabel 4.3 Hasil pengujian kalibrasi pH 6 2 menit

No	Hasil Uji	pH Meter	Waktu	Error (%)
1	5.85	6	2 Menit	2.5
2	5.86	6	2 Menit	2.33
3	5.85	6	2 Menit	2.5
4	5.86	6	2 Menit	2.33
5	5.85	6	2 Menit	2.5
6	5.85	6	2 Menit	2.5
7	5.86	6	2 Menit	2.33
8	5.86	6	2 Menit	2.33
9	5.88	6	2 Menit	2
10	5.86	6	2 Menit	2.33
11	5.85	6	2 Menit	2.5
12	5.86	6	2 Menit	2.33
13	5.87	6	2 Menit	2.17
14	5.86	6	2 Menit	2.33
15	5.86	6	2 Menit	2.33
16	5.85	6	2 Menit	2.5
17	5.87	6	2 Menit	2.17
18	5.86	6	2 Menit	2.33
19	5.85	6	2 Menit	2.5
20	5.87	6	2 Menit	2.17
21	5.87	6	2 Menit	2.17
22	5.86	6	2 Menit	2.33
23	5.87	6	2 Menit	2.17
24	5.86	6	2 Menit	2.33
25	5.87	6	2 Menit	2.17
26	5.87	6	2 Menit	2.17
27	5.85	6	2 Menit	2.5
28	5.86	6	2 Menit	2.33
29	5.85	6	2 Menit	2.5
30	5.86	6	2 Menit	2.33
Rata-Rata				2.33

Tabel 4.4 Hasil pengujian kalibrasi pH 4 10 detik

No	Hasil Uji	pH Meter	Waktu	Error (%)
1	3.85	4	10 Detik	3.75
2	3.83	4	10 Detik	4.25
3	3.82	4	10 Detik	4.5

No	Hasil Uji	pH Meter	Waktu	Error (%)
4	3.83	4	10 Detik	4.25
5	3.83	4	10 Detik	4.25
6	3.84	4	10 Detik	4
7	3.83	4	10 Detik	4.25
8	3.87	4	10 Detik	3.25
9	3.87	4	10 Detik	3.25
10	3.85	4	10 Detik	3.75
Rata-Rata				3.95

Tabel 4.5 Hasil pengujian kalibrasi pH 6 10 detik

No	Hasil Uji	pH Meter	Waktu	Error (%)
1	5.85	6	10 Detik	2.5
2	5.85	6	10 Detik	2.5
3	5.87	6	10 Detik	2.17
4	5.87	6	10 Detik	2.17
5	5.85	6	10 Detik	2.5
6	5.87	6	10 Detik	2.17
7	5.86	6	10 Detik	2.33
8	5.85	6	10 Detik	2.5
9	5.86	6	10 Detik	2.33
10	5.87	6	10 Detik	2.17
Rata-Rata				2.33

Tabel 4.6 Hasil pengujian kalibrasi pH 4 30 detik

No	Hasil Uji	pH Meter	Waktu	Error (%)
1	3.85	4	30 Detik	3.75
2	3.85	4	30 Detik	3.75
3	3.85	4	30 Detik	3.75
4	3.86	4	30 Detik	3.5
5	3.86	4	30 Detik	3.5
6	3.85	4	30 Detik	3.75
7	3.86	4	30 Detik	3.5
8	3.86	4	30 Detik	3.5
9	3.87	4	30 Detik	3.25
10	3.86	4	30 Detik	3.5
Rata-Rata				3.58

Tabel 4.7 Hasil pengujian kalibrasi pH 6 30 detik

No	Hasil Uji	pH Meter	Waktu	Error (%)
1	5.86	6	30 Detik	2.33
2	5.85	6	30 Detik	2.5

No	Hasil Uji	pH Meter	Waktu	Error (%)
3	5.87	6	30 Detik	2.17
4	5.86	6	30 Detik	2.33
5	5.86	6	30 Detik	2.33
6	5.87	6	30 Detik	2.17
7	5.87	6	30 Detik	2.17
8	5.86	6	30 Detik	2.33
9	5.86	6	30 Detik	2.33
10	5.85	6	30 Detik	2.5
Rata-Rata				2.32

4.2.5 Analisis Data Pengujian Kalibrasi pH

Tabel 4.2 menunjukkan pengujian kalibrasi pH 4 yang dilakukan sebanyak 30 kali dan menghasilkan nilai rata-rata error sebesar 3,55%, dan tabel 4.3 Menunjukkan pengujian kalibrasi pH 6 yang dilakukan sebanyak 30 kali dan menghasilkan nilai rata-rata error sebesar 2,38%, sedangkan berdasarkan pengujian dari 3 waktu yang berbeda yaitu 10 detik, 30 detik, dan 2 menit. Pada pengujian kalibrasi 10 detik pH 4 rata-rata error 3.94% dan pH 6 rata-rata error 2.33% , pengujian kalibrasi 30 detik pH 4 rata-rata error 3.53% dan pH 6 rata-rata 2.3%, pengujian kalibrasi 2 menit pH 4 rata-rata error 3.55% dan pH 6 rata-rata 2.38%. Berdasarkan rata-rata yang dihasilkan tidak menunjukkan perubahan yang signifikan, sehingga pengujian sensor pH dapat dilakukan dengan waktu yang sedikit.

4.3 Pengujian Motor Stepper

4.3.1 Tujuan Pengujian Motor Stepper

Tujuan Pengujian ini adalah untuk mengatur geraknya motor stepper agar sensor pH tepat pada posisi yang diinginkan, yaitu pada wadah penetralan, pH 4, pH 6, pengeringan, dan wadah pengujian pH.

4.3.2 Peralatan yang Digunakan Pengujian Motor Stepper

1. Laptop.
2. Arduino UNO.
3. USB *Downloader*.
4. 3 Motor Stepper.
5. 3 Motor Driver A4988.
6. Kabel Jumper.
7. 2 Adaptor 12v 1A.

4.3.3 Cara Pengujian Motor Stepper

1. Menyiapkan seluruh perangkat sesuai susunan yang telah ditentukan.
2. Menghidupkan Laptop.
3. Membuka *software* Arduino IDE.
4. Mengupload program yang telah dibuat khusus pengujian otomasi.
5. Mengamati pergerakan motor.
6. Menghitung jarak hasil pergerakan motor.

4.3.4 Hasil Pengujian Motor Stepper

Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan jarak yang sudah diatur dalam program Arduino dengan jarak hasil pengukuran menggunakan penggaris.

Tabel 4.8 Hasil pengujian motor stepper

No	Skema Pengujian		Hasil Pengujian		
	Pergerakan Motor	Jarak (cm)	Pergerakan Motor	Jarak (cm)	Error (%)
1	Naik	17.5	Naik	17.3	1.14
2	Kanan	10	Kanan	10	0
3	Turun	5.5	Turun	5.5	0
4	Naik	5.5	Naik	5.5	0
5	Kiri	10	Kiri	9.7	3
6	Kiri	10	Kiri	10	0
7	Turun	5.5	Turun	5.4	1.82
8	Naik	5.5	Naik	5.5	0
9	Kanan	10	Kanan	9.8	2

No	Skema Pengujian		Hasil Pengujian		
	Pergerakan Motor	Jarak (cm)	Pergerakan Motor	Jarak (cm)	Error (%)
10	Kanan	10	Kanan	9.8	2
11	Turun	5.5	Turun	5.4	1.82
12	Naik	5.5	Naik	5.3	3.64
13	Kiri	10	Kiri	9.8	2
14	Kiri	6	Kiri	5.9	1.67
15	Turun	5.5	Turun	5.5	0
16	Naik	5.5	Naik	5.5	0
17	Kanan	6	Kanan	5.8	3.33
18	Kanan	10	Kanan	9.9	1
19	Turun	5.5	Turun	5.3	3.64
20	Naik	5.5	Naik	5.4	1.82
21	Kiri	10	Kiri	9.8	2
22	Turun	17.5	Turun	17.4	0.57
23	Naik	17.5	Naik	17.3	1.14
24	Kanan	10	Kanan	9.9	1
25	Turun	5.5	Turun	5.4	1.82
26	Naik	5.5	Naik	5.4	1.82
27	Kiri	10	Kiri	9.8	2
28	Turun	17.5	Turun	17.3	1.14
29	Naik	17.5	Naik	17.4	0.57
30	Turun	17.5	Turun	17.4	0.57
		Rata-Rata			1.38

4.3.5 Analisis Data Pengujian Motor Stepper

Berdasarkan tabel 4.8 dimana pengujian motor stepper dilakukan sebanyak 30 kali dan menghasilkan nilai rata-rata error sebesar 1,38%.

4.4 Pengujian Seluruh Sistem

4.4.1 Tujuan Pengujian Motor Stepper

Tujuan Pengujian ini adalah untuk menguji keseluruhan sistem berkerja dengan baik mulai dari bagian penjadwalan (RTC), pergerakan sensor (motor stepper), dan pembacaan sensor pH.

4.4.2 Peralatan yang Digunakan Pengujian Motor Stepper

1. Laptop.
2. Motor Stepper.
3. Arduino UNO.
4. LCD.
5. Kipas.
6. RTC.
7. Motor Driver.

4.4.3 Cara Pengujian Motor Stepper

1. Menyalakan Laptop.
2. Membuka *software* Arduino IDE.
3. Mengupload program keseluruhan sistem.
4. Menghidupkan power adaptor 12v.
5. Motor Stepper akan bergerak sesuai program yang diinginkan.
6. Mengamati nilai pH melalui LCD.

4.4.4 Hasil Pengujian Motor Stepper

Pengujian seluruh sistem dilakukan dengan cara melakukan simulasi pengukuran pH dengan prosedur yang telah ditentukan dari tahap awal hingga tahap akhir. Dimulai dari membandingkan waktu jadwal pengukuran dan waktu hasil pengujian seperti yang dapat dilihat pada tabel 4.9.

Tabel 4.9 Hasil pengujian RTC seluruh sistem

No	Pengaturan RTC		Hasil Pegujian		
	Jam	Hari	Jam Aktif	Hari Aktif	Error
1	08:54:20	Jumat	08:54:20	Jumat	-

Tabel 4.10 menunjukkan hasil dari pengujian seluruh sistem pada bagian motor stepper yang mencakup seluruh pergerakan motor stepper dari awal hingga

akhir pengecekan pH, dimana terdapat beberapa perbedaan dari jarak yang sudah ditulis dalam program dengan hasil pengujian.

Tabel 4.10 Hasil pengujian motor stepper seluruh sistem

No	Skema Pengujian		Hasil Pengujian		
	Pergerakan Motor	Jarak (cm)	Pergerakan Motor	Jarak (cm)	Error (%)
1	Naik	17.5	Naik	17.2	1.71
2	Kanan	10	Kanan	9.8	2
3	Turun	5.5	Turun	5.4	1.82
4	Naik	5.5	Naik	5.5	0
5	Kiri	10	Kiri	9.8	2
6	Kiri	10	Kiri	10	0
7	Turun	5.5	Turun	5.4	1.82
8	Naik	5.5	Naik	5.5	0
9	Kanan	10	Kanan	9.9	1
10	Kanan	10	Kanan	9.8	2
11	Turun	5.5	Turun	5.4	1.82
12	Naik	5.5	Naik	5.3	3.64
13	Kiri	10	Kiri	9.8	2
14	Kiri	6	Kiri	5.9	1.67
15	Turun	5.5	Turun	5.4	1.82
16	Naik	5.5	Naik	5.5	0
17	Kanan	6	Kanan	6	0
18	Kanan	10	Kanan	9.7	3
19	Turun	5.5	Turun	5.5	0
20	Naik	5.5	Naik	5.4	1.82
21	Kiri	10	Kiri	9.7	3
22	Turun	17.5	Turun	17.5	0
23	Naik	17.5	Naik	17.3	1.14
24	Kanan	10	Kanan	9.9	1
25	Turun	5.5	Turun	5.4	1.82
26	Naik	5.5	Naik	5.5	0
27	Kiri	10	Kiri	9.7	3
Rata-Rata					1.41

Tabel 4.11 merupakan hasil dari kalibrasi pH 4 seluruh sistem, dimana kalibrasi dalam Tugas Akhir ini dilakukan selama 2 menit. Hasil dari pengujian sensor dibandingkan dengan hasil pengukuran pH meter.

Tabel 4.11 Hasil pengujian kalibrasi pH 4 seluruh sistem

No	Hasil Uji	pH Meter	Error (%)
1	3.85	4	3.75
2	3.85	4	3.75
3	3.85	4	3.75
4	3.88	4	3
5	3.88	4	3
6	3.87	4	3.25
7	3.86	4	3.5
8	3.86	4	3.5
9	3.86	4	3.5
10	3.87	4	3.25
11	3.85	4	3.75
12	3.85	4	3.75
13	3.85	4	3.75
14	3.86	4	3.5
15	3.85	4	3.75
16	3.86	4	3.5
17	3.85	4	3.75
18	3.86	4	3.5
19	3.86	4	3.5
20	3.85	4	3.75
21	3.88	4	3
22	3.88	4	3
23	3.87	4	3.25
24	3.86	4	3.5
25	3.86	4	3.5
26	3.86	4	3.5
27	3.87	4	3.25
28	3.86	4	3.5
29	3.87	4	3.25
30	3.86	4	3.5
Rata-Rata			3.47

Tabel 4.12 merupakan hasil dari kalibrasi pH 6 seluruh sistem, dimana kalibrasi dalam Tugas Akhir ini dilakukan selama 2 menit. Hasil dari pengujian sensor dibandingkan dengan hasil pengukuran pH meter.

Tabel 4.12 Hasil pengujian kalibrasi pH 6 seluruh sistem

No	Hasil Uji	pH Meter	Error (%)
1	5.85	6	2.5
2	5.86	6	2.33
3	5.85	6	2.5

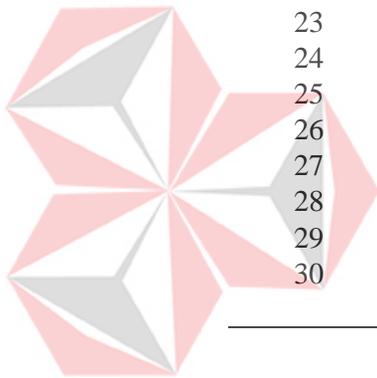
No	Hasil Uji	pH Meter	Error (%)
4	5.84	6	2.67
5	5.89	6	1.83
6	5.88	6	2
7	5.87	6	2.17
8	5.89	6	1.83
9	5.88	6	2
10	5.88	6	2
11	5.88	6	2
12	5.88	6	2
13	5.88	6	2
14	5.86	6	2.33
15	5.85	6	2.5
16	5.85	6	2.5
17	5.85	6	2.5
18	5.85	6	2.5
19	5.85	6	2.5
20	5.85	6	2.5
21	5.85	6	2.5
22	5.86	6	2.33
23	5.85	6	2.5
24	5.86	6	2.33
25	5.85	6	2.5
26	5.87	6	2.17
27	5.87	6	2.17
28	5.85	6	2.5
29	5.85	6	2.5
30	5.85	6	2.5
Rata-Rata			2.31

Tabel 4.13 merupakan hasil pengukuran pH yang berada pada tandon utama, dimana pengukuran pH dalam Tugas Akhir ini dilakukan selama 2 menit. Hasil dari pengujian sensor dibandingkan dengan hasil pengukuran pH meter.

Tabel 4.13 Hasil pengujian pH seluruh sistem

No	Hasil Uji	pH Meter	Error (%)
1	7.99	8.2	2.56
2	8.01	8.2	2.32
3	8.01	8.2	2.32
4	8	8.2	2.44
5	8	8.2	2.44

No	Hasil Uji	pH Meter	Error (%)
6	8	8.2	2.44
7	8	8.2	2.44
8	8.01	8.2	2.32
9	8	8.2	2.44
10	7.99	8.2	2.56
11	7.99	8.2	2.56
12	8.01	8.2	2.32
13	8	8.2	2.44
14	8	8.2	2.44
15	7.99	8.2	2.56
16	8	8.2	2.44
17	7.99	8.2	2.56
18	7.99	8.2	2.56
19	7.99	8.2	2.56
20	7.99	8.2	2.56
21	7.99	8.2	2.56
22	7.99	8.2	2.56
23	7.99	8.2	2.56
24	7.99	8.2	2.56
25	7.99	8.2	2.56
26	7.99	8.2	2.56
27	8	8.2	2.44
28	8	8.2	2.44
29	7.99	8.2	2.56
30	8	8.2	2.44
Rata-Rata			2.48



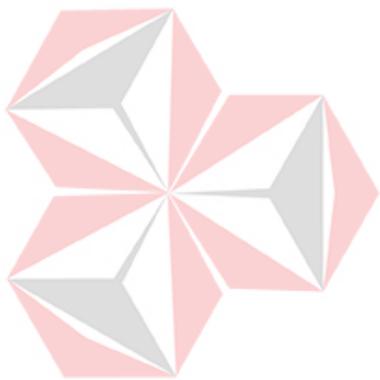
UNIVERSITAS
Dinamika

4.4.5 Analisis Data Pengujian Motor Stepper

Berdasarkan pengujian seluruh sistem yang telah dilakukan, terdapat beberapa kesimpulan yang diperoleh diantaranya adalah:

- Hasil pengujian pada tabel 4.9 yaitu penjadwalan pengecekan sistem menghasilkan keberhasilan sebesar 100%.
- Hasil pengujian pergerakan motor stepper sesuai urutan prosedur pengecekan pH yang dapat dilihat pada tabel 4.10 menghasilkan rata-rata error sebesar 1.41%.
- Hasil pengujian kalibrasi pH 4 yang dapat dilihat pada tabel 4.11 menghasilkan nilai rata-rata error sebesar 3.47%.

- d. Hasil pengujian kalibrasi pH 6 yang dapat dilihat pada tabel 4.12 menghasilkan nilai rata-rata error sebesar 2.31%.
- e. Hasil pengujian larutan pH pada tandon utama yang dapat dilihat pada tabel 4.13 menghasilkan rata-rata nilai error sebesar 2.48%.



UNIVERSITAS
Dinamika

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari seluruh pengujian yang dilakukan, terdapat beberapa hasil yang diperoleh, diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Prosedur penjadwalan dengan menggunakan RTC menghasilkan persentase keberhasilan sebesar 100%, sehingga dapat disimpulkan penjadwalan sistem dapat bekerja dengan baik.
2. Sistem yang dijalankan dengan motor stepper dapat berjalan dengan baik dan menghasilkan nilai rata-rata error sebesar 1,41%.
3. Langkah penetralan dan kalibrasi dari pengujian yang telah dilakukan menghasilkan rata-rata nilai error 3.47% untuk pH 4 dan 2.31% untuk pH 6.
4. Pengujian larutan pH pada tandon utama . telah dilakukan menghasilkan nilai rata-rata error sebesar 2,48%

Dari beberapa hasil diatas, dapat disimpulkan sistem otomatis pengukuran pH pada Tugas Akhir ini berjalan dengan baik mulai dari penjadwalan, proses penetralan, kalibrasi, dan pembacaan nilai pH.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat dikembangkan Tugas Akhir ini untuk menjadi lebih baik lagi diantaranya:

1. Proses pengaturan penjadwalan pada Tugas Akhir ini masih menggunakan sistem manual yaitu dengan merubah program yang ada di Arduino Uno, akan lebih baik jika ditambahkan rangkaian keypad.
2. Proses monitoring hanya melalui LCD, akan lebih baik jika bisa dimonitoring dari jarak yang jauh.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, B. (2020, 3 4). Modul Dasar Mikrokontroler. *Beny Abdurrahman*, 1. Retrieved from https://www.academia.edu/35974035/Modul_dasar_mikrokontroler_bab_i_pengantar
- electricityofdream. (2020, 02 25). *Pengertian Kegunaan dan Fungsi Arduino*. Retrieved from <http://electricityofdream.blogspot.com/2016/09/kegunaan-dan-fungsi-arduino.html>
- Filter, U. (2020, 03 29). *Utama Filter*. Retrieved from <https://www.utamawaterfilter.com/ph-meter-untuk-mengetahui-kualitas-air-minum/>
- Hakim, W. R. (2020). RANCANG BANGUN SISTEM HIDROPONIK NFT (NUTRIENT FILM TECHNIQUE) PADA PEMBIBITAN TANAMAN STROBERI MENGGUNAKAN METODE FUZZY.
- RIKKIANDIKA. (2016, 5 17). *MOTOR STEPPER*. Retrieved from <https://rikkiandika.wordpress.com/2016/05/17/motor-stepper/>
- Safitri, S. (2020, 3 2). *Cara menggunakan p H meter digital*. Retrieved from https://www.academia.edu/6934825/Cara_menggunakan_p_H_meter_digital
- Setiawan, A. R. (2018). Kendali Salinitas Air Menggunakan Fuzzy Logic Pada Aquarium Ikan Nemo. *Andhika Ricky Setiawan* , 1.