

RANCANG BANGUN PROSES OTOMASI PENGUKURAN pH

Rizal Yudhistira¹⁾ Harianto²⁾ Ira Puspasari³⁾

Program Studi/Jurusan Teknik Komputer
Universitas Dinamika.

Jl. Raya Kedung Baruk 98 Surabaya, 60298

Email: 1) rizalyudhistira82@yahoo.co.id, 2) Hari@dinamika.ac.id, 3) Ira@dinamika.ac.id

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 mendeteksi nilai dari pH tersebut. Setelah dikalibrasi sensor pH dikeringkan, Apabila sudah kering, maka sensor pH siap untuk membaca nilai nutrisi yang diukur. Sensor memerlukan waktu hingga angkanya stabil. Jika tidak melakukan prosedur pada sensor pH, maka sensor pH tidak akurat lagi pada saat pengukuran pH, terjadi penumpukan kotoran di bagian probe pH tersebut. Pada metode kali ini 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 penelitian ini 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%.

Kata kunci: Hidroponik, Sistem Otomatis, Sensor pH sku: G00503

PENDAHULUAN

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 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 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 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 membaca nilai nutrisi yang 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, terjadi penumpukan kotoran di bagian probe pH tersebut.

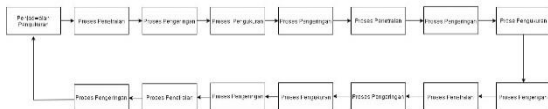
Pada penelitian sebelumnya yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Hidroponik NFT (*Nutrient Film Technique*) Pada Pembibitan Tanaman Stroberi Menggunakan Metode Fuzzy”. Wimar Rachman Hakim menggunakan sistem Hidroponik NFT pada stroberi dengan menggunakan metode *Fuzzy Logic Control* sugeno untuk mengatur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

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 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 dibuat protipe sistem otomatis pengukuran pH, dimana dalam prosesnya terdapat tahapan: penetralan, pengeringan, dan pengukuran.

METODE PENELITIAN



Gambar 1. Blok diagram model perancangan

Pada gambar 1 terdapat beberapa proses dan memiliki tugas yang berbeda, berikut bagian-bagian penjelasan pada proses diatas:

1. Proses Penjadwalan

Pada Penelitian 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 melakukan pengukuran. Sensor pH di atas 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 Penetralan Sensor

Pada proses ini sensor pH yang telah digunakan pengukuran, maka sensor pH ini melakukan penetralan dengan cairan kalibrasi yang telah disediakan. Proses penetralan 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 menyala dengan waktu 3 menit untuk mengeringkan sensor pH tersebut

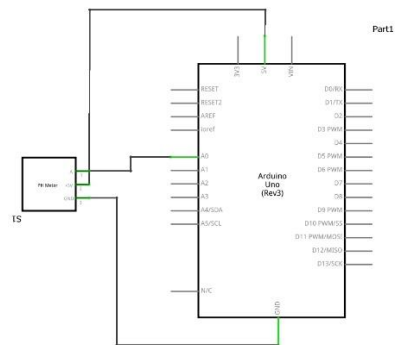
Perancangan Perangkat Keras

Perancangan Alat Pengukuran pH

Tabel 1. Pengaturan Pin Sensor pH

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

Tabel 1 menunjukkan daftar pin dari sensor pH yang dihubungkan dengan Arduino Uno.



Gambar 2. Rangkaian Skematik Sensor pH

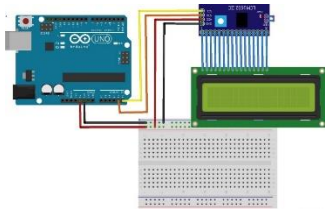
Pada gambar 2 menjelaskan tentang sensor pH yang otomatis. Sensor pH melakukan tugasnya pada saat motor stepper bergerak menuju tandon untuk pengukuran pH tersebut setelahnya sensor pH mengeceknya, maka sensor pH bergerak naik, setelah itu menuju penetralan dengan cairan kalibrasi dengan didiamkan 1 menit, maka setelah penetralan sensor pH di keringkan untuk pengukuran selanjutnya. Untuk pengukuran selanjutnya sudah dibuat penjadwalan setiap seminggu dengan 1 kali pengukuran

Perancangan LCD

Tabel 2. Pengaturan Pin LCD

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

Tabel 2 menunjukkan daftar pin dari LCD yang dihubungkan dengan Arduino Uno.



Gambar 3. Rangkaian LCD

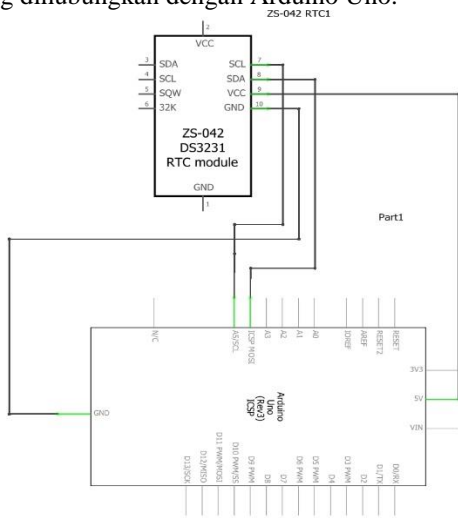
Pada gambar 3 menjelaskan tentang rangkaian LCD pada Arduino, sensor pH pada saat melakukan pengukuran data yang diambil ditampilkan pada LCD untuk mengetahui berapa angka pH yang dihasilkan.

Perancangan RTC (Real Time Clock)

Tabel 3. Pengaturan Pin RTC

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

Tabel 3 menunjukkan daftar pin dari RTC yang dihubungkan dengan Arduino Uno.



Gambar 4. Rangkaian RTC

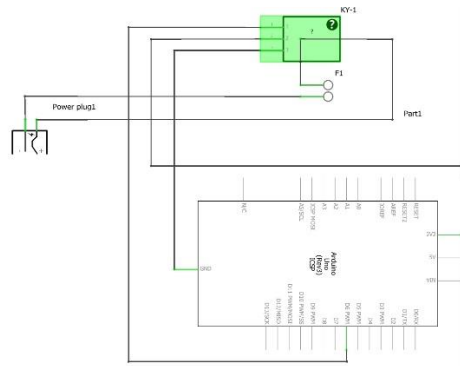
Pada gambar 4 menjelaskan tentang rangkaian RTC pada Arduino, sebelum sensor pH melakukan pengukuran data, RTC melakukan penjadwalan terlebih dahulu untuk menentukan kapan sensor pH bergerak.

Perancangan Kipas

Tabel 4. Pengaturan Pin Kipas

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

Tabel 4 menunjukkan daftar pin dari Relay yang dihubungkan dengan Arduino Uno. Relay yang digunakan Normally Close.



Gambar 5. Rangkaian kipas

Pada gambar 5 menjelaskan tentang Kipas pada Arduino, setelah sensor pH melakukan pengukuran data, maka kipas menyala untuk mengeringkan sensor pH yang basah.

Perancangan Motor Stepper

Tabel 5 menunjukkan daftar pin dari Motor Stepper Horizontal yang dihubungkan dengan Arduino Uno, Adaptor dan Driver Motor A4988.

Tabel 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

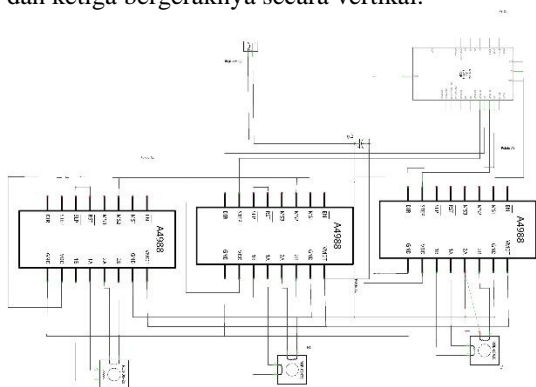
No	Arduino Uno	Driver Motor	Adaptor	Motor Stepper
11	-	1B	-	Out2
12	-	2A	-	Out3
13	-	2B	-	Out4

Tabel 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	-	-
No	Arduino Uno	Driver Motor 1	Driver Motor 2	Adaptor 12V	Motor 1	Motor 2
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 6 menunjukkan daftar pin dari Motor Stepper Vertikal yang terdapat 2 Motor dihubungkan bersama yang dihubungkan dengan Arduino Uno, Adaptor dan Driver Motor A4988. Untuk bagian pin Output dari vertikal 1 dan 2 dihubungkan secara paralel.

Pada gambar 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 6. Rangkaian Motor Stepper

Perancangan Prototype

Pada gambar 7 menunjukkan Prototype Penelitian yang digunakan sebagai simulasi alat otomatis pengukur pH. Sensor pH diletakan ditengah jalur horizontal dari motor stepper. Berikut bagian-bagian yang ada dari hasil desain prototype:

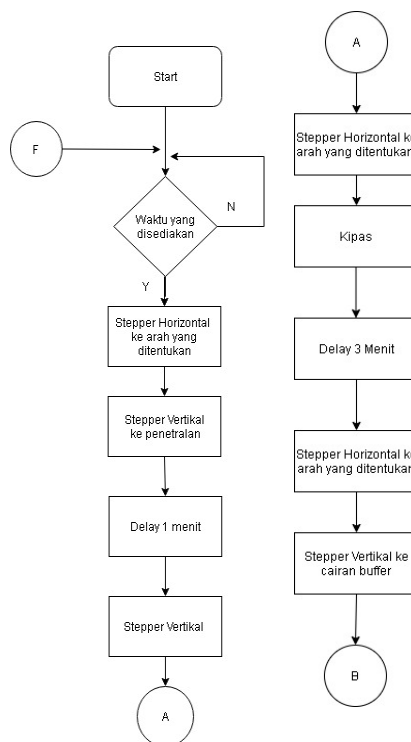
- LCD 16x2
- Aquades / Penetralan
- Kipas

- Sensor pH
- pH 6
- pH 4
- Motor Stepper Vertikal 1
- Motor Stepper Vertikal 2
- Motor Stepper Horizontal
- Tandon pH

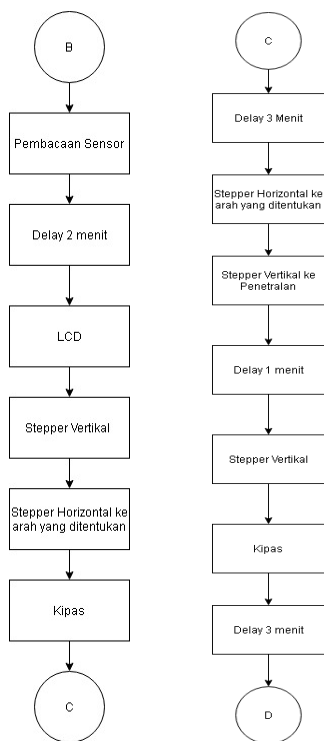


Gambar 7. Hasil desain Prototype

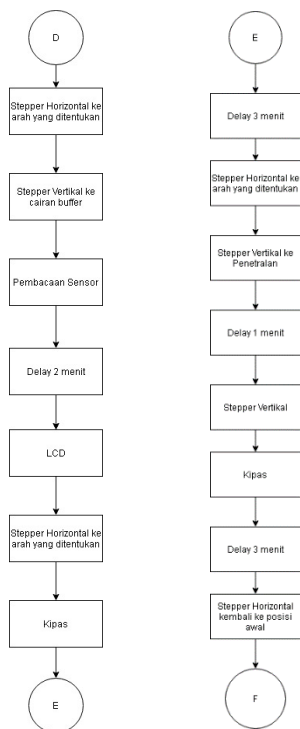
Perancangan Perangkat Lunak Algoritma



Gambar 8. Flowchart penjadwalan, penetralan dan pengeringan



Gambar 9. Flowchart proses pembacaan nilai pH



Gambar 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 berjalan hingga waktu penjadwalan ditentukan. Setelah waktu penjadwalan ditentukan stepper bergerak ke arah yang telah ditentukan yaitu bergerak vertikal menuju penetralan. Pada proses penetralan ini dilakukan pencucian sensor pH dengan air aquades/distilasi setelah itu stepper bergerak menuju pengeringan dengan waktu 3 menit selanjutnya proses pembacaan sensor pH dan langsung ditampilkan pada LCD pada saat pengukuran pH kalibrasi terdapat pH 4 dan pH 6, sensor pH melakukan pembacaan cairan kalibrasi pH 4. Sensor pH menuju pengeringan dalam proses pengeringan ini kipas berputar dengan waktu 3 menit, setelah 3 menit, maka stepper bergerak menuju penetralan untuk melakukan kalibrasi yang pH 6 pada kalibrasi ini aturannya sama dengan pH 4. Selanjutnya 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.

Proses Pengukuran

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

- a. 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 11.

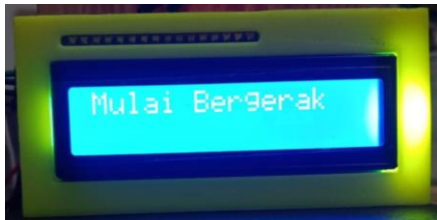
```

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

```

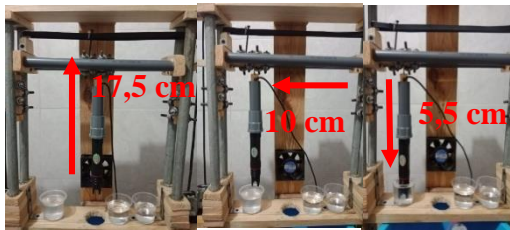
Gambar 11. Pengaturan waktu penjadwalan

- b. Apabila waktu saat ini sama dengan waktu yang sudah diatur dalam program Arduino, maka sistem berjalan diawali dengan tampilnya “Mulai Bergerak” pada LCD seperti pada gambar 12.



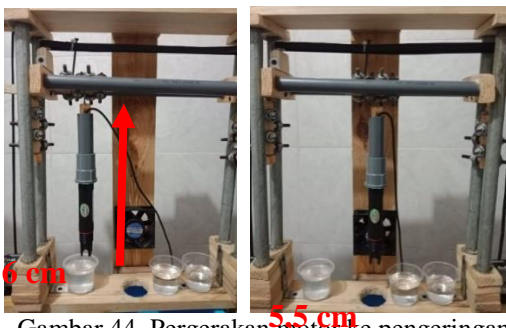
Gambar 22. Tampilan saat sistem mulai

- c. Motor bergerak menuju posisi penetralan dimana, sensor bergerak keatas sejauh 17.5 cm, lalu bergerak kekiri 10 cm, dan terakhir bergerak 5.5 cm kebawah seperti yang dapat dilihat pada gambar 13.



Gambar 33. Pergerakan motor menuju penetralan

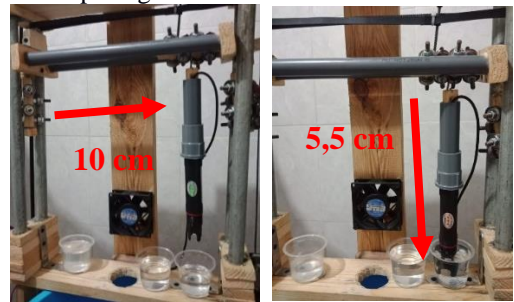
- d. Penetralan berjalan selama 1 menit, pada penetralan ini untuk membersihkan sisa-sisa larutan pH yang telah digunakan sebelumnya. Setelah proses penetralan selesai, motor bergerak menuju posisi pengeringan. Dimulai dengan bergerak keatas sejauh 5.5 cm, lalu bergerak ke kanan 10 cm seperti yang dapat dilihat pada gambar 14.



Gambar 44. Pergerakan motor ke pengeringan

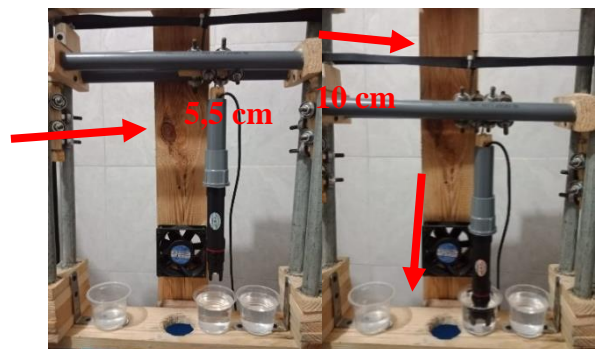
- e. Pengeringan dengan kipas berjalan selama 3 menit, pada pengeringan ini untuk mengeringkan sensor pH yang telah dicelupkan pada saat penetralan menggunakan kipas. Setelah proses pengeringan selesai, motor bergerak menuju posisi kalibrasi pH 4. Dimulai dengan bergerak kekanan sejauh 10 cm, lalu

bergerak kebawah 5.5 cm seperti yang dapat dilihat pada gambar 15.



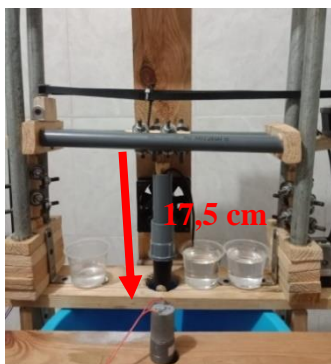
Gambar 55. Pergerakan Motor ke Cairan Kalibrasi pH 4

- f. Kalibrasi pH 4 berjalan selama 2 menit dan hasil dari pengukuran sensor ditampilkan pada LCD. Setelah proses kalibrasi pH 4 selesai, motor bergerak menuju posisi pengeringan. Dimulai dengan bergerak keatas sejauh 5.5 cm, lalu bergerak kekiri 10 cm.
- g. Pengeringan dengan kipas berjalan selama 3 menit. Setelah proses pengeringan selesai, motor bergerak menuju posisi penetralan. Dimulai dengan bergerak kekiri sejauh 10 cm, lalu bergerak kebawah 5.5 cm.
- h. Penetralan berjalan selama 1 menit. Setelah proses penetralan selesai, motor bergerak menuju posisi pengeringan. Dimulai dengan bergerak keatas sejauh 5.5 cm, lalu bergerak ke kanan 10 cm.
- i. Pengeringan dengan kipas berjalan selama 3 menit, Setelah proses pengeringan selesai, motor bergerak menuju posisi kalibrasi pH 6. Dimulai dengan bergerak kekanan sejauh 6 cm, lalu bergerak kebawah 5.5 cm seperti pada gambar 16.



Gambar 66. Pergerakan Motor ke Cairan Kalibrasi pH 6

- j. Pengukuran kalibrasi sensor pH 6 berjalan selama 2 menit dan hasil dari pengukuran sensor ditampilkan pada LCD. Setelah proses kalibrasi sensor selesai, motor bergerak menuju posisi pengeringan. Dimulai dengan bergerak keatas sejauh 5.5 cm, lalu bergerak kekiri 6 cm.
- k. Pengeringan dengan kipas berjalan selama 3 menit. Setelah proses pengeringan selesai, motor bergerak menuju posisi penetralan. Dimulai dengan bergerak kekiri sejauh 10 cm, lalu bergerak kebawah 5.5 cm.
- l. Penetralan berjalan selama 1 menit. Setelah proses penetralan selesai, motor bergerak menuju posisi pengeringan. Dimulai dengan bergerak keatas sejauh 5.5 cm, lalu bergerak ke kanan 10 cm.
- m. Pengeringan dengan kipas berjalan selama 3 menit, Setelah proses pengeringan selesai, motor bergerak menuju posisi pengujian pH dengan bergerak kebawah 17.5 cm seperti pada gambar 17.



Gambar 77. Pergerakan motor ke cairan pH

- n. Pengukurang pH berjalan selama 2 menit, Setelah proses pengukuran pH sensor selesai, motor bergerak menuju posisi pengeringan dengan bergerak keatas sejauh 17.5 cm.
- o. Pengeringan dengan kipas berjalan selama 3 menit. Setelah proses pengeringan selesai, motor bergerak menuju posisi penetralan. Dimulai dengan bergerak kekiri sejauh 10 cm, lalu bergerak kebawah 5.5 cm.
- p. Penetralan berjalan selama 1 menit. Setelah proses penetralan selesai, motor 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 aktif selama 3 menit.

HASIL DAN PEMBAHASAN

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 7. 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	08:30:00	Minggu	08:30:00	Minggu	-
5	09:45:30	Selasa	09:45:30	Selasa	-
6	07:15:11	Rabu	07:15:11	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	09:03:31	Senin	09:03:31	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	06:45:00	Sabtu	06:45:00	Sabtu	-
19	05:31:00	Rabu	05:31:00	Rabu	-
20	05:20:21	Jumat	05:20:21	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	09:00:50	Kamis	09:00:50	Kamis	-
29	07:00:00	Selasa	07:00:00	Selasa	-
30	07:15:00	Jumat	07:15:00	Jumat	-
Rata-Rata Error					-

Analisis data: berdasarkan tabel 7 dimana pengujian RTC dilakukan sebanyak 30 kali dan menghasilkan keberhasilan sebesar 100%, maka dapat disimpulkan penjadwalan sistem dapat berjalan dengan baik.

Pengujian Kalibrasi

Pengujian Kalibrasi pH 4 ini dilakukan dengan cara memasukan 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 8. 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

No	Hasil Uji	pH Meter	Waktu	Error (%)
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:

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

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 9. 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

No	Hasil Uji	pH Meter	Waktu	Error (%)
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 10. 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
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 11. 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 12. 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

No	Hasil Uji	pH Meter	Waktu	Error (%)
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 13. 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
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

Analisis data: tabel 8 menunjukkan pengujian kalibrasi pH 4 yang dilakukan sebanyak 30 kali dan menghasilkan nilai rata-rata error sebesar 3.55%. Tabel 9 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.

Pengujian Motor Stepper

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

Tabel 14. 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

No	Skema Pengujian		Hasil Pengujian		
	Pergerakan Motor	Jarak (cm)	Pergerakan Motor	Jarak (cm)	Error (%)
7	Turun	5.5	Turun	5.4	1.82
8	Naik	5.5	Naik	5.5	0
9	Kanan	10	Kanan	9.8	2
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

Analisis data: berdasarkan tabel 14 dimana pengujian motor stepper dilakukan sebanyak 30 kali dan menghasilkan nilai rata-rata error sebesar 1.38%.

Pengujian Seluruh Sistem

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 15.

Tabel 15. Hasil pengujian RTC seluruh sistem

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

Tabel 15 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 16. 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

No	Skema Pengujian		Hasil Pengujian		
	Pergerakan Motor	Jarak (cm)	Pergerakan Motor	Jarak (cm)	Error (%)
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 16 merupakan hasil dari kalibrasi pH 4 seluruh sistem, dimana kalibrasi dalam penelitian ini dilakukan selama 2 menit. Hasil dari pengujian sensor dibandingkan dengan hasil pengukuran pH meter.

Tabel 17. 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

No	Hasil Uji	pH Meter	Error (%)
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 17 merupakan hasil dari kalibrasi pH 6 seluruh sistem, dimana kalibrasi dalam penelitian ini dilakukan selama 2 menit. Hasil dari pengujian sensor dibandingkan dengan hasil pengukuran pH meter.

Tabel 18. 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
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 18 merupakan hasil pengukuran pH yang berada pada tandon utama, dimana pengukuran pH dalam penelitian ini dilakukan selama 2 menit. Hasil dari pengujian sensor dibandingkan dengan hasil pengukuran pH meter.

Tabel 19. 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

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

Analisis Data: berdasarkan pengujian seluruh sistem yang telah dilakukan, terdapat beberapa kesimpulan yang diperoleh diantaranya adalah:

- Hasil pengujian pada tabel 15 yaitu penjadwalan pengecekan sistem menghasilkan keberhasilan sebesar 100%
- Hasil pengujian pergerakan motor stepper sesuai urutan prosedur pengecekan pH yang dapat dilihat pada tabel 16 menghasilkan rata-rata error sebesar 1.41%
- Hasil pengujian kalibrasi pH 4 yang dapat dilihat pada tabel 17 menghasilkan nilai rata-rata error sebesar 3.47%
- Hasil pengujian kalibrasi pH 6 yang dapat dilihat pada tabel 18 menghasilkan nilai rata-rata error sebesar 2.31%
- Hasil pengujian larutan pH pada tandon utama yang dapat dilihat pada tabel 19 menghasilkan rata-rata nilai error sebesar 2.48%

KESIMPULAN

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

- Prosedur penjadwalan dengan menggunakan RTC menghasilkan persentase keberhasilan sebesar 100%, sehingga dapat disimpulkan penjadwalan sistem dapat bekerja dengan baik.
- Sistem yang dijalankan dengan motor stepper dapat berjalan dengan baik dan menghasilkan nilai rata-rata error sebesar 1.41%.
- 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
- Pengujian larutan pH pada tandon utama yang telah dilakukan menghasilkan nilai rata-rata error sebesar 2,48%

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

Saran

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

- Proses pengaturan penjadwalan pada penelitian ini masih menggunakan sistem manual yaitu dengan mengubah program yang ada di Arduino Uno, lebih baik jika ditambahkan rangkaian keypad.
- Proses monitoring hanya melalui LCD, lebih baik jika bisa dimonitoring dari jarak yang jauh.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, B. (2020, 3 4). Modul Dasar Mikrokontroler. *Beny Abdurrahman*, 1. Diambil kembali dari 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*. Diambil kembali dari <https://www.utamawaterfilter.com/ph-meter-untuk-mengetahui-kualitas-air-minum/>: <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
MENGUNAKAN METODE FUZZY .

- Setiawan, A. R. (2018). Kendali Salinitas Air Menggunakan Fuzzy Logic Pada Aquarium Ikan Nemo. *Andhika Ricky Setiawan* , 1.
- Safitri, S. (2020, 3 2). *Cara menggunakan p H meter digital*. Retrieved from https://www.academia.edu/6934825/Cara_menggunakan_p_H_meter_digital
- RIKKIANDIKA. (2016, 5 17). *MOTOR STEPPER*. Retrieved from <https://rikkiandika.wordpress.com/2016/05/17/motor-stepper/>