

Sistem Penjadwalan Penyiraman Tanaman Otomatis Secara Real-Time Dan Monitoring Kadar pH Air Pada Tanaman Anggrek Dengan Metode PWM

Yoegya Putra Barus¹, Saniman², Fery Setiawan³

^{1,2} Sistem Komputer, STMIK Triguna Dharma

³ Sistem Informasi, STMIK Triguna Dharma

Email: ¹yogiabarus123@gmail.com, ²sanisani.murdi@gmail.com, ³ferysetiawan13@gmail.com

Email Penulis Korespondensi: yogiabarus123@gmail.com

Abstrak

Tanaman anggrek merupakan salah satu jenis tanaman hias yang memerlukan perhatian khusus dalam perawatannya, terutama dalam hal penyiraman dan kualitas air. Salah satu faktor penting yang memengaruhi pertumbuhan anggrek adalah kadar pH air, pH yang idealnya berada pada rentang 7. Sistem penyiraman manual sering kali tidak konsisten, terlebih ketika pemilik tanaman tidak berada di lokasi, sehingga berisiko menyebabkan gangguan pada pertumbuhan tanaman. Oleh karena itu, diperlukan sebuah sistem penyiraman tanaman dan monitoring yang otomatis dan efisien. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sebuah alat penyiraman tanaman anggrek dan monitoring kadar pH air otomatis berbasis Arduino dengan menggunakan teknik PWM (Pulse Width Modulation) sebagai pengatur besar kecil suara Buzzer. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen dengan membaca RTC (Real Time Clock) terlebih dahulu dan mendeteksi kadar pH air yang ada pada wadah air menggunakan sensor pH air, dimana nantinya pH air menentukan suara buzzer, jika pH air sesuai maka pompa air akan memompa air ke tanaman dan Status penyiraman serta informasi mengenai kadar pH air ditampilkan melalui layar LCD (Liquid Crystal Display). Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat penyiraman tanaman anggrek dan monitoring kadar pH air otomatis berbasis Arduino dapat bekerja dengan baik. Alat ini dapat menghasilkan suara Buzzer bervariasi sesuai dengan kadar pH air yang terdeteksi.

Kata Kunci: Pulse Width Modulation, Sensor Ph, Real Time Clock, Arduino, Buzzer, pompa air, Liquid Crystal Display

Abstract

Orchid plants are one type of ornamental plant that requires special attention in its care, especially in terms of watering and water quality. One important factor that affects the growth of orchids is the pH level of the water, the pH of which is ideally in the range of 7. Manual watering systems are often inconsistent, especially when the owner of the plant is not on site, thus risking causing interference with plant growth. This research aims to design and build a tool for watering orchid plants and monitoring the pH level of Arduino-based automatic water by using the PWM technique (Pulse Width Modulation) as a regulator of the sound of the Buzzer. The research method used is the experimental method by reading the RTC (Real Time Clock) first and detecting the pH level of water in the water container using a water pH sensor, where later the pH of the water determines the sound of the buzzer, if the pH of the water is appropriate then the water pump will pump water to the plant and the watering status and information about the pH level of the water is displayed through the LCD screen (Liquid Crystal Display). The results showed that the Arduino-based automatic watering tool for orchids and monitoring of water pH levels can work well. This tool can produce Buzzer sounds vary according to the detected water pH levels.

Keywords: Pulse Width Modulation, Ph Sensor, Real Time Clock, Arduino, Buzzer, water pump, Liquid Crystal Display

1. PENDAHULUAN

Anggrek adalah salah satu tanaman hias yang digemari di Indonesia. Tanaman ini sering dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, seperti dekorasi acara, penghias rumah, serta sebagai bunga untuk menyampaikan ucapan [1]. Pertumbuhan tanaman anggrek dipengaruhi oleh berbagai faktor, baik yang berasal dari dalam tanaman itu sendiri maupun dari lingkungan eksternal. Faktor eksternal yang memengaruhi meliputi intensitas cahaya matahari pagi, suhu, tingkat kelembapan udara, kebutuhan air, pemberian pupuk, kecocokan tempat dan media tanam, sirkulasi udara, kegiatan pemindahan tanaman (*repotting*), serta serangan hama dan penyakit [2].

Penyiraman menjadi salah satu aspek penting dalam perawatan tanaman untuk memastikan pertumbuhannya yang subur dan optimal. Ketersediaan air yang memadai sangat diperlukan selama proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman, termasuk tanaman anggrek, yang membutuhkan asupan air yang cukup untuk mendukung kesuburannya. Salah satu faktor penting dalam perawatan tanaman anggrek adalah tingkat pH air. Untuk mendukung pertumbuhannya, pH air yang ideal berkisar antara 5,5 hingga 6,5 [3]. Karena tanaman membutuhkan air untuk mendukung pertumbuhan alamnya. Jika pH air yang kurang sesuai dengan faktor kembang tumbuhnya tanaman maka akan mengalami keterlambatan untuk tumbuh dan bahkan dapat menyebabkan tidak berbunga sama sekali.

Sistem penyiraman manual memiliki sejumlah kelemahan, antara lain bergantung pada konsistensi tenaga kerja manusia, rentan terhadap kesalahan, dan kurang mampu merespons perubahan kondisi lingkungan dengan cepat terutama perubahan pH air.

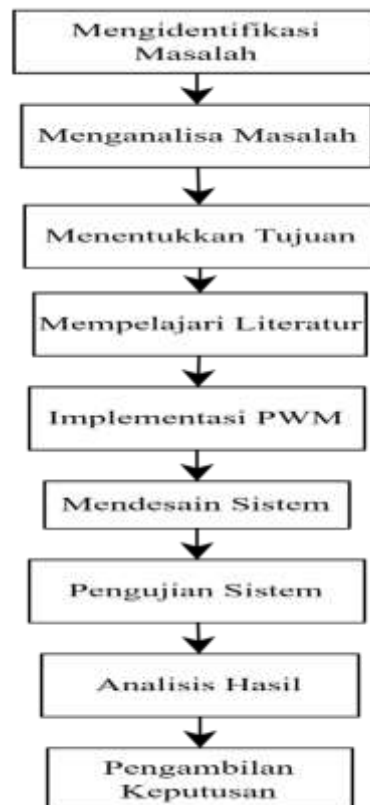
Inilah yang menjadi dasar ide dalam merancang dan memanfaatkan teknologi otomatisasi untuk penyiraman tanaman anggrek. Oleh karena itu, dikembangkan sebuah alat yang dapat mempermudah penyiraman anggrek secara otomatis. Alat ini menggunakan RTC (Real Time Clock) sebagai pengatur waktu untuk menjalankan penyiraman sesuai jadwal yang telah ditentukan sebelumnya. Selain itu, alat ini dilengkapi dengan sensor pH (Potential Of Hydrogen) yang secara otomatis menyesuaikan operasi berdasarkan kondisi air. Sensor tersebut dapat menghentikan jadwal penyiraman jika kualitas air tidak memenuhi standar, sehingga menjaga kualitas air tetap optimal untuk tanaman.

Untuk menjalankan penyiraman otomatis secara real-time, digunakan metode Pulse Width Modulation (PWM). Pulse Width Modulation (PWM) merupakan teknik modulasi yang mengubah lebar pulsa (pulse width) dengan frekuensi dan amplitudo yang tetap[4].

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian atau kerangka kerja dari penelitian yang dilakukan sesuai pada gambar 1 berikut .



Gambar 1. Kerangka kerja

Berdasarkan gambar 1 diatas maka dapat diuraikan langkah – langkah kerangka kerja penelitian sebagai berikut :

1. **Mengidentifikasi Masalah.**
Mengidentifikasi permasalahan dalam penelitian ini menghadapi kendala terkait proses penyiraman tanaman anggrek. Saat ini, pemilik tanaman masih menggunakan metode manual untuk menyiram, sehingga ketika pemilik harus bepergian, jadwal penyiraman menjadi tidak teratur. Hal ini dapat mengakibatkan tanaman layu atau bahkan mati. Untuk memahami permasalahan ini lebih lanjut, perlu dilakukan identifikasi terhadap penyebab utama kendala dalam proses penyiraman sebagai langkah awal untuk mencari solusi dan memperbaiki kondisi yang ada.
2. **Menganalisa Masalah.**
Setelah mengidentifikasi permasalahan, langkah berikutnya adalah menganalisis inti dari kendala penyiraman tanaman anggrek secara manual. Analisis ini bertujuan untuk mengumpulkan data pendukung yang diperlukan sebagai dasar dalam menyusun kesimpulan. Data tersebut akan menjadi acuan dalam merancang sistem penyiraman otomatis untuk tanaman anggrek.
3. **Menentukan Tujuan**
Dalam sebuah penelitian, memiliki tujuan yang jelas adalah hal yang penting. Seperti yang telah dijelaskan dalam bagian pendahuluan, tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk membantu pemilik tanaman anggrek dalam melaksanakan penyiraman secara otomatis.
4. **Mempelajari Literatur**

Dalam sebuah penelitian, literatur berperan penting sebagai acuan dalam pengolahan data yang diperoleh. Literatur yang digunakan mencakup jurnal, buku, artikel, serta berbagai bacaan lain yang relevan dengan topik penelitian.

5. Implementasi PWM

Mengimplementasikan teknik PWM pada sistem pendeteksi kualitas pH dan penyiraman otomatis untuk tanaman anggrek memungkinkan sistem mengoptimalkan pengendalian pH air dengan cara mengganti air lama dengan yang baru. Selain itu, PWM juga berfungsi untuk mengatur intensitas atau kecepatan suara peringatan yang dihasilkan oleh sistem.

6. Mendisain Sistem

Setelah masalah dan tujuan ditetapkan, langkah selanjutnya adalah merancang desain dalam bentuk 3D.

7. Pengujian Sistem

Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem mampu berfungsi sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan, sekaligus mengidentifikasi potensi perbaikan yang diperlukan agar hasil akhirnya optimal.

8. Analisis Hasil

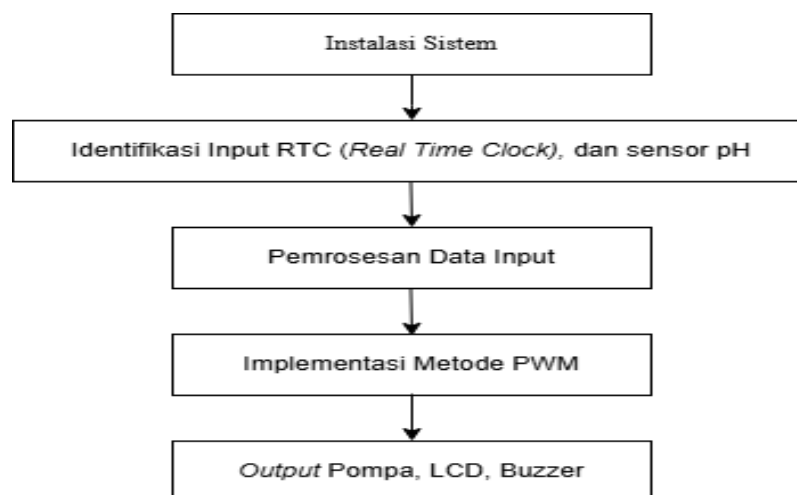
Data yang diperoleh dari proses pengujian selanjutnya dianalisis kembali untuk menyempurnakan sistem yang dirancang. Jika hasil pengujian belum memenuhi target atau masih kurang tepat, perlu dilakukan perbaikan pada sistem tersebut.

9. Pengambilan Keputusan

Keputusan ini didasarkan pada analisis dan pengujian yang telah dilakukan sebelumnya, untuk memastikan bahwa sistem memenuhi tujuan yang ditetapkan dan siap untuk diimplementasikan.

2.2 Metode Perancangan Sistem

Pada tahap proses sistem untuk mengetahui lebih jelasnya keseluruhan sistem yang terkait pada tahapantahapan kerangka kerja sistem dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2. Algoritma Sistem

Berdasarkan gambar diatas, Maka diperoleh beberapa langkah utama dalam menjalankan sistem yakni

1. Inisialisasi sistem

Dalam penggunaan sistem, langkah pertama yang dilakukan adalah menghubungkan sistem dengan sumber daya agar dapat diaktifkan dan berfungsi. Hal ini bertujuan untuk menentukan kondisi awal sehingga semua komponen saling terhubung dan sistem dapat berjalan dengan optimal.

2. Identifikasi Input RTC (*Real Time Clock*), dan sensor pH

Pada tahap ini, sistem sudah dalam kondisi aktif, dengan RTC (*Real Time Clock*) berfungsi sebagai pengatur jadwal atau waktu penyiraman, serta sensor pH digunakan untuk mengukur tingkat keasaman air.

3. Pemrosesan Data Input

Proses pengolahan data inputan dilakukan oleh sistem kendali yang digunakan sehingga data inputan dari sensor pH akan dikirim ke sistem kendali untuk diproses berdasarkan metode yang diterapkan.

4. Implementasi Metode PWM.

Implementasi metode PWM dilakukan berdasarkan program yang telah dimasukkan ke dalam sistem, dengan mengacu pada algoritma metode PWM yang digunakan. Metode ini membandingkan data input dari RTC dan sensor pH melalui tahapan pengolahan data sesuai algoritma PWM. Metode PWM digunakan untuk mengendalikan kecepatan suara buzzer sebagai indikator peringatan terkait kualitas pH air.

5. Oputput Pompa Air, LCD Dan Motor Sensor.

Pada output, pompa digunakan untuk menyiram tanaman anggrek, sementara LCD berfungsi menampilkan informasi mengenai kondisi tanaman anggrek dan kualitas pH air. LCD akan menampilkan semua kondisi tanaman anggrek sesuai dengan program yang telah diatur, berdasarkan data input yang diterima dari RTC dan sensor pH.

2.3 Penerapan Metode PWM (Pulse Width Modulation)

PWM (*Pulse Width Modulation*) adalah metode yang digunakan untuk mengatur alokasi daya ke beban secara efisien, tanpa menyebabkan kerugian daya signifikan pada rangkaian pengendali[5]. PWM (*Pulse Width Modulation*) adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk menghasilkan sinyal analog dari perangkat digital.

Penerapan PWM (Pulse Width Modulation) pada sistem ini digunakan untuk mengatur volume suara buzzer sebagai peringatan terkait kadar pH air. Teknik PWM bekerja dengan mendeteksi kadar pH air menggunakan sensor pH sebelum air dialirkan ke tanaman anggrek. Pengaturan PWM dilakukan oleh Arduino Uno, berdasarkan informasi yang diterima dari sensor pH.

Tabel 1. Data Implementasi PWM Pada Besar Kecil Suara Buzzer

Nilai pH air	Kondisi	Kondisi Buzzer	Nilai PWM	Duty Cycle	Keterangan
9	Tinggi	On	178	70%	Buzzer Berbunyi Tinggi
4	Sedang	On	102	40%	Buzzer Berbunyi sedang
7	Normal	Off	0	0%	Buzzer Tidak Berbunyi

2.3.1 Menghitung Nilai PWM.

Pada buzzer yang dibuat, hanya digunakan tiga kondisi duty cycle, yaitu 0%, 40%, dan 70%. Nilai PWM pada buzzer dihitung berdasarkan *Duty Cycle* yang diterapkan, dengan resolusi 8 bit yang memiliki rentang nilai dari 0 hingga 255 (total 256 nilai). Berikut adalah perhitungan nilai PWM untuk setiap kondisi *Duty Cycle*:

- 0% *Duty Cylce*

$$\text{PWM} = \text{Duty Cylce} * \text{Resolusi PWM}$$

$$= 0\% * 255$$

$$= 0\%$$
- 40% *Duty Cylce*

$$\text{PWM} = \text{Duty Cylce} * \text{Resolusi PWM}$$

$$= 40\% * 255$$

$$= 102\%$$
- 70% *Duty Cylce*

$$\text{PWM} = \text{Duty Cylce} * \text{Resolusi PWM}$$

$$= 70\% * 255$$

$$= 178\%$$

2.4. Arduino uno

Arduino adalah suatu perangkat prototype elektronik berbasis mikrokontroller yang fleksibel dan *open-source*[6]. Papan ini dilengkapi dengan 14 pin digital yang berfungsi sebagai input atau output,



Gambar 3. Arduino uno

2.5. RTC (*Real Time Clock*)

RTC (*Real Time Clock*) adalah komponen elektronik berbentuk chip yang berfungsi untuk menghitung waktu secara akurat, mulai dari detik hingga tahun. Selain itu, RTC juga menjaga dan menyimpan data waktu agar tetap sesuai dengan kondisi waktu terkini[7].



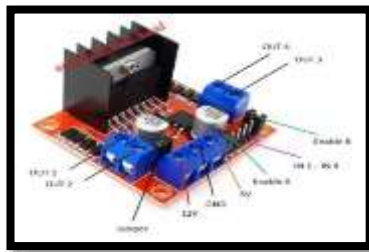
Gambar 4. RTC (*Real Time Clock*)

Tabel 2. Spesifikasi RTC (*Real Time Clock*)

Tengangan	3.3 – 5.5 Volt
Error Perhitungan Waktu	± 1 Menit
Clock chip	DS3231
Dimensi	38 X 22 X 14 mm
Memory Chip	AT24C32

2.6 Motor Driver.

L298N merupakan driver motor yang banyak digunakan untuk mengatur kecepatan dan arah putaran motor DC. Modul ini bekerja sebagai H-Bridge ganda, sehingga dapat mengontrol dua motor DC secara independen.



Gambar 5 Motor Driver

2.7 LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah suatu teknologi layer digital yang dapat menghasilkan citra pada sebuah permukaan yang rata (flat) dengan memberi sinar pada kristal cair dan filter berwarna, yang mempunyai struktur molekul polar, diapit antara dua elektroda yang transparan[8]. LCD adalah perangkat yang digunakan untuk menampilkan ukuran, angka, atau data lain dalam bentuk visual pada layar kristalnya.



Gambar 6 LCD (*Liquid Crystal Display*)

2.9 Pompa Air

Prinsip kerja pompa adalah menarik fluida masuk dan memberikan tekanan untuk mengalirkannya. Pada sisi hisap, atau yang dikenal sebagai *suction*, elemen pompa menciptakan tekanan rendah di dalam ruang pompa. Perbedaan tekanan antara ruang pompa dan permukaan fluida menyebabkan fluida mengalir masuk ke ruang pompa. Elemen pompa kemudian mendorong fluida dan memberikan tekanan tambahan, sehingga fluida mengalir keluar melalui saluran tekan (*discharge*)[9].



Gambar 7 Pompa Air

2.10 Sensor Sensor pH Air

Sensor pH adalah alat yang digunakan untuk mengukur konsentrasi ion hidrogen dalam suatu larutan, yang dikenal sebagai "Power of Hydrogen" atau pH. Larutan dengan pH 7 dianggap netral, sedangkan pH di bawah 7 menunjukkan larutan bersifat asam, dan pH di atas 7 menunjukkan larutan bersifat basa. . Sensor pH ini mampu mengukur tingkat keasaman atau kebasaan cairan dalam rentang pH 1 hingga 10[10].



Gambar 8 Soil Mousuture Sensor

2.11 Buzzer

Buzzer adalah sebuah komponen yang dapat mengubah sinyal listrik menjadi getaran suara. Komponen ini memiliki struktur dua pin yang sangat kecil dan ringkas, sehingga mudah digunakan pada Breadboard maupun PCB. Hal ini menjadikannya salah satu komponen yang sering digunakan dalam berbagai aplikasi elektronik sehari-hari[11].



Gambar 9 Buzzer

2.12 Catu Daya

Catu daya berfungsi sebagai penyedia daya listrik untuk mendukung rangkaian-rangkaian pada bagian utama[12]. Catu daya biasanya merujuk pada sistem konversi yang mengubah arus searah (DC) murni menjadi arus bolak-balik (AC).



Gambar 10 Catu Daya

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini berisi hasil dan pembahasan dari topik penelitian, yang bisa di buat terlebih dahulu metodologi penelitian. Bagian ini juga merepresentasikan penjelasan yang berupa penjelasan, gambar, tabel dan lainnya. Banyaknya kata pada bagian ini berkisar.

3.1 Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang dirancang telah sesuai dengan yang dirancang sebelumnya. Pada pengujian ini nantinya akan menguji bagian-bagian utama dan pengujian sistem secara keseluruhan setelah semua komponen telah tersambung.

3.1.1 Pengujian Sensor pH Air



Gambar 11. Pengujian Kondisi Kadar pH 4



Gambar 12. Pengujian Kondisi Kadar pH 7



Gambar 13. Kondisi Kadar pH 9

3.2 Tabel Pengujian PWM

Berikut ini adalah tabel pengujian pwm pada sistem penyiraman tanaman anggrek berbasis arduino

Tabel 3 Pengujian PWM

PWM	Kondisi	Volt
0%	Buzzer Tidak Berbunyi	0 V
40%	Buzzer Berbunyi Sedang	4,8 V
70%	Buzzer Berbunyi Tinggi	8,4 V

3.3 Tabel Pengujian.

Berikut ini adalah tabel pengujian pada sistem penyiraman tanaman anggrek otomatis.

Tabel 4. Pengujian Pada Sistem.

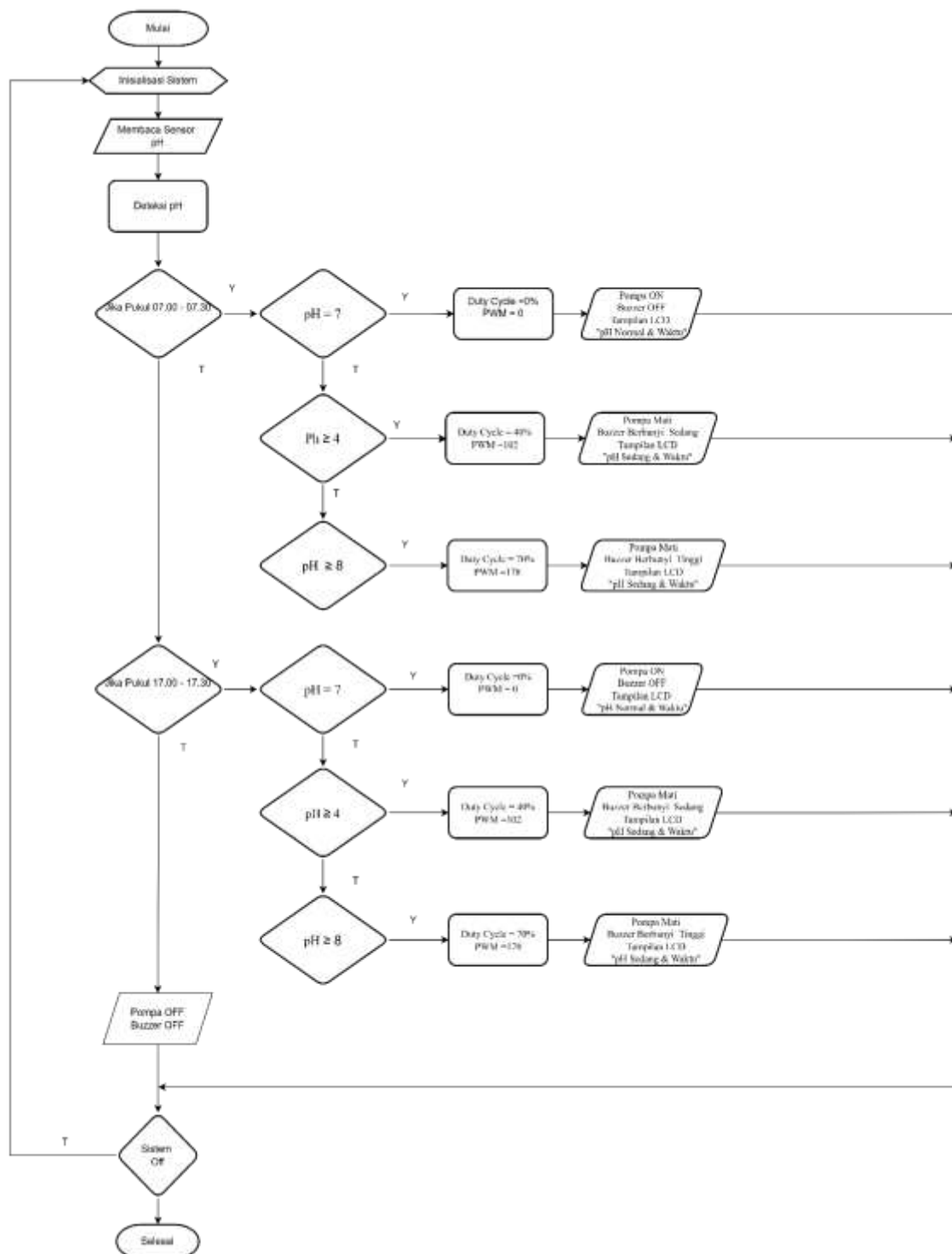
RTC	pH	Buzzer	Kondisi
70:00-70:30	pH = 7	Off	Pompa On
70:00-70:30	PH $\geq$ 4	On	Pompa Off
70:00-70:30	pH $\geq$ 8	On	Pompa Off
17:00-17:30	pH = 7	Off	Pompa On
17:00-17:30	PH $\geq$ 4	On	Pompa Off
17:00-17:30	pH $\geq$ 8	On	Pompa Off

a Kelebihan Sistem :

1. Alat ini dapat digunakan secara otomatis sesuai dengan penjadwalan penyiraman tanaman anggrek yang telah di buat
2. Sistem dapat mendeteksi kadar pH air yang dapat dilihat dari indikator buzzer dan LDC

b. Kelemahan Sistem :

1. Sistem ini dirancang hanya untuk skala kecil, sehingga perlu penyesuaian jika diterapkan langsung pada lahan pertanian atau kebun anggrek dalam skala besar
2. Sistem hanya mengandalkan nilai pH air sebagai indikator kualitas air
3. Sistem ini Tidak dapat dimonitoring dari jarak jauh.



Gambar 14. Flowchat

4. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut. Sistem ini mampu mendeteksi kadar pH air menggunakan sensor pH dan menampilkan data tersebut pada LCD, sekaligus memberikan peringatan suara melalui buzzer ketika pH air tidak sesuai dengan standar yang ditentukan. Pada saat alat mendeteksi kadar pH air 4, maka bunyi buzzer sedang dan pompa air mati. Saat alat mendeteksi kadar pH air 9, maka bunyi buzzer tinggi dan pompa air mati. Sedangkan saat alat mendeteksi kadar pH air 7, maka bunyi buzzer mati dan pompa air hidup serta membaca RTC (Real Time Clock) sebagai pengatur penjadwalan penyiraman tanaman anggrek. Penerapan teknik kendali Pulse Width Modulation (PWM) pada mesin implementasi teknik PWM pada alat penyiraman tanaman anggrek berbasis

mikrokontroler Arduino Uno berhasil dilakukan. Sistem ini dapat mengontrol besar dan kecil suara buzzer dengan akurasi yang baik.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih diucapkan kepada Allah SWT yang memberikan rahmat dan karunia sehingga mampu menyelesaikan jurnal ini. Kemudian terima kasih kepada Bapak Saniman, S.Kom., M.Kom dan Bapak Feri Setiawan, S.Kom., M.Kom atas segala waktu dan ilmunya yang telah memberikan bimbingan selama masa pengerjaan hingga menyelesaikan penelitian yang telah banyak membantu baik dari segi informasi ataupun dukungan lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Prasetyo, M. Humam, and Qirom, "Implementasi Sistem Monitoring Tanaman Anggrek dan Penyiraman Otomatis," *J. Mataram*, vol. 9, no. 9, pp. 1–6, 2021.
- [2] D. Chunafa, M. Humam, and Qirom, "Rancang Bangun Alat Sistem Monitoring Tanaman Anggrek Dan Penyiraman Otomatis Berbasis Internet of Things," pp. 2013–2015, 2021.
- [3] R. P. Panggabean, "Sistem Monitoring pH Air Secara Realtime Pada Tanaman Hidroponik Berbasis Internet Of Things (IoT)," *Semin. Nas. Ind. dan Teknol.*, no. November, pp. 439–500, 2022.
- [4] P. Marpaung and A. Al Hafiz, "Implementasi Metode Pulse Width Modulation (PWM) Sebagai Kendali Lampu Belajar Secara Otomatis Berbasis Arduino," *J. CyberTech*, vol. 1, no. 3, pp. 196–206, 2021.
- [5] D. Setiawan, A. F. Boy, and A. Hafidz, "Implementasi teknik pwm pada rancang bangun alat deteksi kecepatan kendaraan berdasarkan perputaran roda berbasis mikrokontroller," vol. 19, no. 1, 2020.
- [6] D. Michael, D. Gustina, and U. P. I. Y. A. I, "RANCANG BANGUN PROTOTYPE MONITORING KAPASITAS AIR PADA KOLAM IKAN SECARA OTOMATIS DENGAN MENGGUNAKAN MIKROKONTROLLER ARDUINO," vol. 3, no. 2, pp. 59–66.
- [7] H. Setiawan, R. H. Irawan, and R. Helilintar, "Sistem Sensor Penyiram Tanaman Dengan Modul Arduino Uno," *Semin. Nas. Inov. Teknol.*, pp. 193–198, 2022.
- [8] L. M. Bohalima, U. F. Sari Sitorus Pane, H. Hafizah, and R. Kustini, "Implementasi Teknik Counter Pada Pengisian Minyak Berbasis Arduino," *J. Sist. Komput. Triguna Dharma (JURSIK TGD)*, vol. 2, no. 1, pp. 17–23, 2023, doi: 10.53513/jursik.v2i1.5876.
- [9] P. Studi, T. Elektro, F. Teknik, and U. Udayana, "PERANCANGAN SISTEM POMPA AIR DC DENGAN PLTS 20 kWp TIANYAR TENGAH SEBAGAI SUPLAI DAYA UNTUK MEMENUHI KEBUTUHAN AIR," vol. 7, no. 2, pp. 46–56, 2020.
- [10] D. I. Pt and S. Adiusaha, "PENERAPAN SENSOR pH PADA AREA ELEKTROLIZER," vol. 5, no. 1, pp. 3–6, 2018.
- [11] L. Arisandi, F. Nadziroh, and S. Nooriansyah, "PEMANFAATAN ARDUINO SEBAGAI PENDETEKSI ASAP MENGGUNAKAN MQ-2 GAS SENSOR Universitas Islam Negeri Sunan Ampel," vol. 5, no. 2, pp. 16–20, 2022.
- [12] E. P. Sitohang *et al.*, "Rancang Bangun Catu Daya DC Menggunakan Mikrokontroler ATmega 8535," vol. 7, no. 2, pp. 135–142, 2018.