

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Aquascape adalah seni menata isian akuarium dengan menggunakan berbagai hewan dan tanaman serta benda-benda seperti batu-batuan, pasir dan kayu untuk menciptakan pemandangan di dalam air, sehingga akuarium terlihat cantik[1]. Hewan dan tanaman yang digunakan sebagai komponen *aquascape* dapat memiliki habitat asli yang berbeda. Maka dari itu besarnya faktor eksternal seperti suhu, pencahayaan, pH dan kekeruhan air perlu dikontrol agar organisme *aquascape* dapat tumbuh dengan sehat.

Suhu memengaruhi kesehatan organisme *aquascape*. Selain berdampak pada organisme, suhu juga memegang peran pada ekosistem di akuarium[2]. Suhu air yang ideal perlu mempertimbangkan organisme yang akan menjadi bagian dari *aquascape*. Seperti misalnya suhu air ideal untuk ikan *Danio Rerio* adalah pada rentang 25°C hingga 31°C sedangkan suhu air ideal untuk tanaman *Cryptocoryne* adalah pada rentang 13°C hingga 27°C[3], [4]. Sehingga jika *scaper*, sebutan untuk penghobi *aquascape*, ingin memelihara kedua organisme tersebut dalam satu akuarium, maka suhu ideal untuk *aquascape* adalah pada rentang 25°C hingga 27°C.

Selain suhu air, pencahayaan yang ada di *aquascape* juga perlu dikontrol sehingga organisme dapat hidup dengan sehat. Sama seperti suhu air, pencahayaan agar organisme *aquascape* dapat hidup sehat juga bervariasi karena perbedaan habitat asal dari setiap organisme *aquascape* yang berbeda-beda. Seperti misalnya pencahayaan ideal untuk ikan *Danio Rerio* adalah pada rentang 54 lux hingga 324 lux sedangkan pencahayaan ideal untuk tanaman *Cryptocoryne* adalah pada rentang 0 lux hingga 500 lux[5], [6]. Sehingga jika *scaper* ingin memelihara kedua organisme tersebut dalam satu akuarium, maka pencahayaan ideal untuk *aquascape* adalah pada rentang 54 lux hingga 324 lux.

Permasalahan di atas menunjukkan perlunya suatu sistem untuk menjaga suhu air dan pencahayaan agar organisme *aquascape* dapat hidup dengan sehat.

Penelitian untuk mengontrol suhu air dan pencahayaan telah dilakukan sebelumnya. Penelitian [7] membahas tentang kontrol suhu air untuk tanaman *hydroponic* pada rentang 20°C hingga 30°C. Berbeda dengan penelitian tersebut, dimana suhu air dijaga pada rentang 20°C hingga 30°C, suhu air *aquascape* yang berisikan ikan *Danio Rerio* dan *Cryptocoryne* perlu dijaga pada rentang 25°C hingga 27°C. rentang yang pendek ini menunjukkan bahwa perlunya suatu sistem kontrol dengan *error* yang rendah sehingga suhu air dan pencahayaan dapat selalu terjaga. Salah satu solusinya adalah dengan menggunakan kontroler PID.

Kontroler Proporsional Integral Derivatif (PID) adalah sistem kendali otomatis yang menggunakan tiga komponen utama (proporsional, integral, dan turunan) untuk mengukur kesalahan antara nilai yang diinginkan dan nilai aktual, lalu menghasilkan sinyal kendali untuk mengoreksi kesalahan tersebut dan menjaga sistem dalam kondisi yang diinginkan[8]. Penerapan kontroler PID untuk mengontrol suatu parameter telah dilakukan pada penelitian-penelitian sebelumnya. Penelitian [9] merancang sistem kontrol PID untuk mengontrol suhu air dan volume air. Pada penelitian ini selisih suhu air maksimal yang dihasilkan sebesar 0,3°C[9]. Penelitian [10] mendapatkan *error steady-state* sebesar 1,75% pada purwarupa sistem kontrol suhu ruang berbasis PID.

Kontroler PID memiliki keunggulan dalam hal stabilitas dan kesesuaian dengan berbagai sistem yang mana cocok diterapkan pada pengontrolan suhu air dan pencahayaan *aquascape*. Hal ini karena faktor suhu air dan faktor pencahayaan adalah faktor dengan rentang yang pendek serta selalu berubah-ubah setiap harinya. Dalam rangka mengatasi masalah yang telah dijelaskan, maka dibuatlah penelitian dengan judul “Rancang Bangun Sistem Kontrol Suhu Air dan Pencahayaan Berbasis PID Menggunakan NodeMCU ESP32 untuk *Aquascape*”.

1.2. Penelitian Terdahulu

Penelitian tentang sistem kontrol suhu air dan pencahayaan sudah banyak dilakukan oleh orang ataupun lembaga riset. Penelitian yang berkaitan dengan kontrol suhu dan pencahayaan serta parameter lainnya seperti pH dan kekeruhan air dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Referensi penelitian

No.	Judul	Peneliti	Tahun
1	<i>Automatic Water Temperature Control System in Hydroponic Plants with Peltier Tec-12706 and Temperature Sensors DS18B20</i>	Tholib Hariono, Ayu Mahdalena, Hilyah Ashoumi[7]	2021
2	Aquascape dengan Kontrol Fotosintesis Buatan pada Tanaman Air Menggunakan Metode Kendali Logika <i>Fuzzy</i>	M. Diya Udin, Istiadi, Faqih Rofii[11]	2021
3	<i>Smart System for Maintaining Aquascape Environment Using Internet of things Based Light and Temperature Controller</i>	Daniel Patricko Hutabarat, Rudy Susanto, Bryan Prasetya, Barry Linando, dan Senanayake Mudiyanseleje Namal Arosha[12]	2022
4	Sistem Pengendalian Suhu pada Inkubator Fermentasi Tempe dengan Metode <i>Proportional Integral Derivative</i> (PID) Secara Digital	Anjani Diah Attaqiroh, Ali Rizal Chaidir, Sumardi[13]	2023

Penelitian [7] membahas tentang sistem kontrol suhu otomatis untuk tanaman hidroponik. Tujuan dari dibuatnya alat adalah untuk menurunkan suhu air ketika suhu air terlalu tinggi. Alat yang dibuat menggunakan DS18B20 sebagai sensor suhu sedangkan untuk aktuatornya menggunakan TEC1-12706. Prinsip kerja dari alat yaitu jika sensor mendeteksi suhu air kurang dari 20°C maka *thermoelectric* akan mati sedangkan jika suhu lebih dari 30°C maka *thermoelectric* akan nyala. Hasil dari penelitian ini adalah suhu air sebanyak 35 liter turun dari 38,1°C menjadi 30,31°C dalam kurun waktu 4 jam.

Penelitian [11] membahas tentang implementasi *fuzzy logic* untuk mengontrol fotosintesis buatan pada tanaman air. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat sebuah sistem untuk menjaga kestabilan suhu air, tingkat kejernihan air dan pencahayaan pada tanaman air. Sistem yang dibangun menggunakan modul

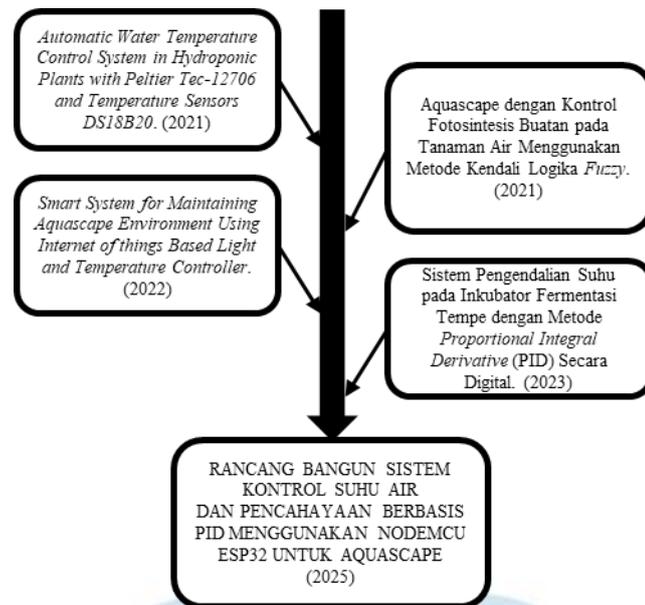
Real Time Clock (RTC) dan *water pump* sebagai aktuator serta DS18B20 dan sensor *turbidity* sebagai sensor. Hasil dari penelitian ini adalah sistem kontrol suhu air berbasis logika *fuzzy* dapat menjaga suhu air sekitar 22 - 25 °C dengan tingkat keberhasilan sebesar 99,08%. Sistem kontrol tingkat kekeruhan air berbasis logika *fuzzy* dapat menjaga tingkat kekeruhan air sekitar 5 - 25 NTU dengan tingkat keberhasilan sebesar 96,66%. Sistem pencahayaan dapat bekerja selama 8 jam perhari, mulai pukul 19.00 - 03.00 WIB.

Penelitian [12] membahas tentang *smart system* untuk *aquascape* menggunakan *Internet of Things* (IoT) untuk mengatur suhu dan penjadwalan lampu LED. Pada penelitian ini parameter yang dijaga adalah intensitas cahaya dan suhu air *aquascape*. Perangkat keras utama yang digunakan untuk membuat sistem diantaranya ESP32 sebagai mikrokontroler, sensor cahaya BH1750FVI, sensor suhu DS18B20, *High Power LED* (HPL), dan *heater*. Pada penelitian ini juga dibuat aplikasi di mana aplikasi yang dikembangkan kemudian di-*install* pada *smartphone* pengguna dan digunakan untuk menghubungkan pengguna ke sistem melalui internet. Kemudahan menambah dan menghapus perangkat yang digunakan pada sistem adalah kemampuan yang juga dikembangkan pada sistem ini. Sistem yang dikembangkan dapat menjaga intensitas cahaya dengan tingkat akurasi 96% dan selalu berhasil menjaga suhu dalam kisaran yang telah ditentukan.

Penelitian [13] membahas tentang penerapan sistem kendali PID pada pengendalian suhu inkubator fermentasi tempe. Perangkat keras utama yang digunakan diantaranya ESP32, DHT22 serta lampu pijar. Penelitian ini menggunakan metode kontrol PID dengan *tuning* Ziegler-Nichols. Karakteristik respons sistem yang didapat adalah *rise time* sebesar 70 detik, *settling time* sebesar 140 detik, dan *overshoot* sebesar 0,8%. Pengendali PID dengan *tuning* Ziegler-Nichols 1 bekerja dengan baik untuk menstabilkan suhu pada nilai 36°C, dengan *error steady-state* yang diperoleh adalah 0,2% serta dapat mempersingkat waktu dari 48 jam menjadi 16 jam.

Berdasarkan referensi pada Tabel 1.1 yang telah dikemukakan sebagai acuan dalam pembuatan tugas akhir, maka judul penelitian yang dilakukan adalah Rancang Bangun Sistem Kontrol Suhu Air dan Pencahayaan Berbasis PID Menggunakan NodeMCU ESP32 untuk *Aquascape*. *Input* dari sistem berjumlah 2, yaitu sensor suhu dan sensor cahaya. Sensor suhu yang digunakan adalah DS18B20, sedangkan sensor cahaya yang digunakan adalah BH1750. Ketika suhu yang terdeteksi tidak sesuai dengan *setpoint* yang ditentukan, maka sistem akan menyesuaikan suhu air dengan cara menstabilkan suhu air menggunakan *thermoelectric*. Pengontrolan cahaya dilakukan dengan cara mengontrol intensitas cahaya.

Hal yang membedakan antara penelitian ini dengan penelitian-penelitian terdahulu adalah pada penelitian ini *thermoelectric* difungsikan baik sebagai elemen pemanas maupun sebagai elemen pendingin. Hal ini menjadi pembeda karena pada penelitian-penelitian terdahulu *thermoelectric* hanya difungsikan sebagai pendingin dan untuk elemen pemanasnya menggunakan perangkat elektronik lain. Selain itu, pada penelitian ini juga membuat sistem untuk mengontrol pencahayaan berbasis PID untuk *aquascape* yang mana belum dilakukan pada penelitian-penelitian terdahulu. Adapun diagram alir untuk menunjukkan perkembangan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Penelitian terdahulu.

1.3. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, rumusan masalah untuk penelitian adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana rancang bangun sistem kontrol suhu air dan pencahayaan berbasis PID menggunakan NodeMCU ESP32 untuk *aquascape*?
2. Bagaimana kinerja sistem kontrol suhu air dan pencahayaan berbasis PID menggunakan NodeMCU ESP32 untuk *aquascape*?

1.4. Tujuan

Penulisan tujuan dilakukan untuk mengidentifikasi penelitian. Adapun tujuan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Merancang bangun sistem kontrol suhu air dan pencahayaan berbasis PID untuk *aquascape*.
2. Menganalisis kinerja sistem kontrol suhu air dan pencahayaan berbasis PID untuk *aquascape*.

1.5. Manfaat

Manfaat yang diharapkan pada penelitian meliputi dua aspek, diantaranya:

1. Manfaat akademis dari penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi dalam perkembangan akademik khususnya dalam bidang sistem kontrol.
2. Manfaat praktis yang diharapkan dari penelitian ini adalah alat yang dibuat dapat digunakan oleh para *scaper* untuk menjaga kestabilan suhu air dan pencahayaan di *aquascape*.

1.6. Batasan Masalah

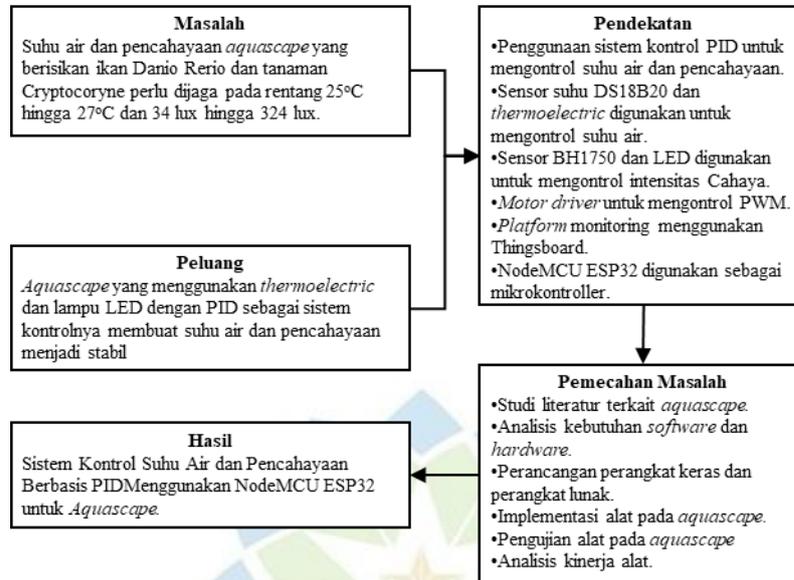
Batasan masalah adalah batasan yang ditentukan untuk membatasi area atau lingkup masalah yang diteliti, sehingga tidak terlalu luas atau terlalu sempit, sehingga dapat memudahkan proses penyelesaian masalah tersebut. Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. *Aquascape* berisi ikan Danio Rerio dan tanaman *Cryptocoryne*.
2. Pengujian sistem dilakukan menggunakan akuarium berukuran 30cm×15cm×20cm dengan air sebanyak 8 liter.
3. Parameter yang dikontrol adalah suhu air dan pencahayaan.
4. *Set point* suhu air adalah 26°C yang merupakan nilai yang berada di dalam rentang suhu air ideal[3], [4].
5. *Set point* pencahayaan adalah 150 lux yang merupakan nilai yang berada di dalam rentang pencahayaan ideal[5], [6].
6. *Motor-driver* digunakan untuk mengatur besarnya *duty-cycle*.
7. Jenis *thermoelectric* yang digunakan adalah TEC-12710.
8. Jenis LED yang digunakan adalah SMD LED.
9. Sensor yang digunakan adalah BH1750 dan DS18B20.
10. Sistem berjalan secara otomatis dan pengguna tidak dapat mengatur mode sistem menjadi manual.

1.7. Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir adalah struktur atau pola pikir yang membantu dalam menyusun dan menyelesaikan masalah dengan cara yang logis dan sistematis,

dengan mengikuti langkah-langkah yang telah ditetapkan sebelumnya. Kerangka berpikir penelitian dijelaskan pada Gambar 1.2.



Gambar 1.2 Kerangka berpikir

1.8. Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini dibagi menjadi 6 (enam) bab. Setiap bab terdiri dari beberapa sub bab dengan penjelasan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, manfaat akademis, manfaat praktis, penelitian terdahulu, kerangka pemikiran, serta sistematika penulisan.

BAB II TEORI DASAR

Bab ini menguraikan tentang teori dasar sebagai ilmu penunjang yang digunakan dalam penelitian serta memberikan gambaran tentang peralatan yang digunakan dalam penelitian ini.

BAB III METODOLOGI

Bab ini menguraikan tentang metode penelitian yang digunakan pada penyusunan tugas akhir ini diantaranya studi literatur, identifikasi masalah, analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, pengujian, dan analisis.

BAB IV PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

Bab ini menjelaskan tentang proses perancangan sistem hingga implementasi sistem

BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab ini menjelaskan hasil pengujian berupa data yang didapat dari hasil bacaan sensor yang kemudian dilakukan analisis data sensor serta analisis kinerja dari sistem.

BAB VI PENUTUP

Bab ini menjelaskan tentang bagian penutup dari penelitian yang isinya berupa kesimpulan dan saran untuk penelitian-penelitian selanjutnya.

