



SISTEM PENDINGINAN SUHU MENGGUNAKAN METODE PID PADA AQUASCAPE BERBASIS ARDUINO

Agus Slamet Wahyudi¹, Muhammad Rifa'i², Tundung Subali Patma³

e-mail: aguswahyudi2899@gmail.com, muh.rifai@polinema.ac.id,
tundung.subali@polinema.ac.id

Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang

ABSTRAK

Belakangan ini peminat aquascape semakin melonjak, namun masih banyak penggemar aquascape yang masih kurang memperhitungkan kontrol suhu untuk tanaman yang sangat menunjang pertumbuhan tanaman tersebut. Tanaman yang menerima suhu terlalu tinggi dapat menyebabkan daun gosong dan tanaman yang mendapatkan suhu berlebih akan membuat pertumbuhan tanaman menjadi sangat lambat. Berdasarkan permasalahan tersebut diusulkan solusi untuk mengatasi masalah ini adalah dengan menggunakan metode kontrol PID sebagai pengontrol pendinginan suhu. Dari hasil percobaan, didapatkan bahwa sistem yang telah dibuat memberikan hasil yang sesuai set point dengan menggunakan konstanta $K_p=6$, $K_i=3$, $K_d=3$. Dengan konstanta ini diperoleh karakteristik berupa rise time senilai 165 menit; overshoot 0,83%; peak time 180 menit; settling time 195 menit; dan error steady-state 0%.

Kata kunci: Aquascape, Suhu, Peltier, PID, Arduino

ABSTRACT

Lately, aquascape enthusiasts have increased, but there are still many aquascape enthusiasts who still don't take into account temperature control for plants that really support the growth of these plants. Plants that receive too much heat can have scorched leaves, and plants that receive too much heat will grow slowly. Based on these problems, a proposed solution to overcome this problem is to use the PID control method as a cooling temperature controller. From the experimental results, it was found that the system that had been created gave results that matched the set point using the constants $K_p=6$, $K_i=3$, $K_d=3$. With this constant, the characteristics are obtained in the form of a rise time of 165 minutes; overshoot 0.83%; peak time 180 minutes; settling time 195 minutes; and steady-state error 0%.

Keywords: Aquascape, Temperature, Peltier, PID, Arduino

1. PENDAHULUAN

Aquascape merupakan seni menata tanaman air, batu karang, dan kayu, sehingga terlihat seperti berkebun di dalam air dengan tambahan ikan sebagai pendamping untuk menyeimbangkan ekosistem. Aquascape memiliki berbagai faktor yang mempengaruhi kelangsungan hidup ekosistemnya, selain menggunakan filter pembersih layaknya aquarium biasa, tanaman air yang ada pada Aquascape juga membutuhkan proses fotosintesis layaknya tanaman pada umumnya.

Selain cahaya matahari air merupakan komponen penting dalam ekosistem aquascape. Sifat – sifat kimia air berfungsi sebagai pembawa unsur hara yang diperlukan bagi pembentukan bahan – bahan organik oleh tumbuhan. Tumbuhan air maupun hewan air memiliki batas suhu ideal masing – masing untuk hidup. Salah satu hewan air yang sering kita jumpai di ekosistem aquascape adalah ikan. Pemeliharaan tumbuhan dan ikan pada aquascape cukuplah mudah, tetapi terkadang kita tidak memperhatikan kondisi suhu aquascape yang mengakibatkan rusaknya ekosistem aquascape. Rentang suhu ideal pada aquascape berkisar antara 25°C - 28°C. (S Raharjo, E Kurniawan, ED Nurcahya, 2018).

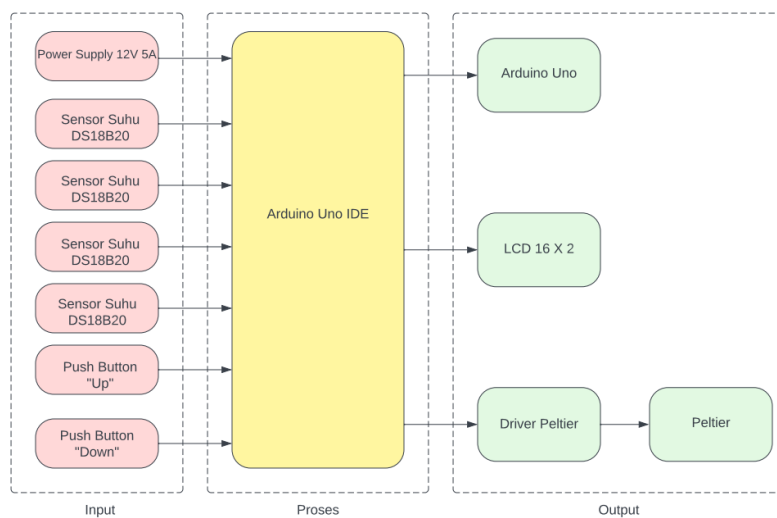
Sistem kontrol suhu pada aquascape yang bersifat mendinginkan sangat diperlukan karena dapat memperkaya gas CO₂ dan O₂ sehingga baik untuk kesehatan tanaman. Jika tanaman

memperoleh suhu lebih dari 28°C maka kandungan O₂ dan CO₂ didalam aquascape akan berkurang sehingga mempengaruhi pertumbuhan ekosistem pada aquascape. Dengan adanya parameter suhu tersebut maka dibutuhkan sistem kontrol untuk mendinginkan aquascape.

Pada skripsi ini dilakukan rancang bangun sistem pendinginan suhu aquascape dengan menggunakan kendali PID. PID adalah salah satu metode kendali yang memiliki tiga buah parameter, P (Proportional) yang berfungsi untuk memberikan rise time system. I (Integral) yang berfungsi sebagai pengkoreksi dan mereduksi offset, dan D (Derivatif) yang berfungsi untuk mereduksi overshoot.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Diagram Blok

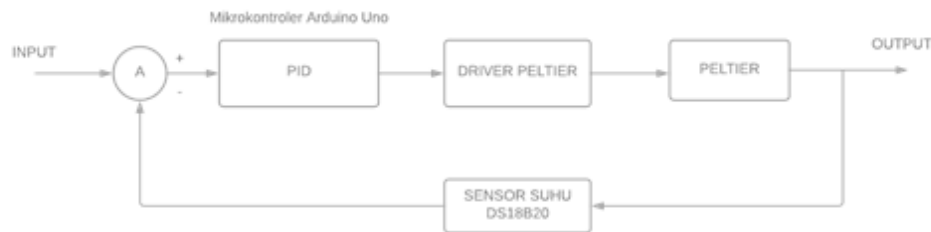


Gambar 1 Blok Diagram Sistem

Input pada alat ini yaitu Sensor suhu DS18B20 digunakan untuk mengetahui suhu air didalam aquascape Sensor. Push button "Up", dan "Down" digunakan untuk memberikan masukan berupa setpoint pada alat ini. Data dari input akan diproses pada mikrokontroler Arduino Uno. Arduino Uno akan mengolah data dari sensor suhu DS18B20 dan Push Button "Up", dan "Down" sebelum dikirimkan ke output. Setelah data Input diproses oleh Arduino Uno, maka data akan dikirimkan menjadi output. Driver Peltier akan menerima data dari Arduino Uno untuk menentukan tegangan yang diberikan ke Peltier. Untuk LCD menampilkan data - data dari Arduino Uno. Komputer menerima data untuk ditampilkan di Arduino IDE.

Prinsip kerja dari sistem kerja alat ini menggunakan sumber tegangan dari Power supply 12V yang disalurkan dari supply tegangan ke rangkaian elektronik dan komponen dari alat ini, Mikrokontroler mengendalikan suhunya berdasarkan nilai K_p, K_i dan K_d yang sudah diinputkan diawal, jika suhunya kurang dari setpoint yang sudah ditentukan maka nilai yang dikeluarkan mikrokontroler ke peltier bertambah hingga setpoint tercapai. sistem menggunakan sensor suhu DS18B20 saat sistem dihidupkan, sensor suhu sudah diatur oleh controller berdasarkan K_p, K_i, dan K_d yang kita tentukan, sensor suhu akan memberikan sinyal ke mikrokontroler. sensor sudah mulai membaca suhu didalam aquascape ketika suhu didalam aquascape kurang dari setpoint high 28°C derajat, peltier akan hidup hingga menuju setpoint low 24 °C, dan ketika suhu didalam aquascape diantara set point high dan set point low peltier akan standby hingga suhu melebihi set point high atau kurang dari set point low. Sistem ini bekerja hingga suhu berada pada 24 °C, pada kondisi ini suhu air sangat membantu dalam kelangsungan ekosistem di dalam aquascape.

2.2 Diagram Blok Kontrol



Gambar 2 Blok Diagram Kontrol

Input yang masuk pada sistem adalah Set Point berupa konstanta yang akan di proses oleh mikrokontroler yang terisi program PID, kemudian mikrokontroler akan mengeluarkan sinyal PWM ke Driver peltier. Driver peltier akan menentukan suhu dari peltier berdasarkan besar PWM yang dikeluarkan mikrokontroler. Peltier akan berkerja secara continuous sesuai output dari Driver Peltier, kemudian Suhu ($^{\circ}\text{C}$) akan di deteksi oleh sensor suhu DS18B20 yang mana digunakan sebagai Feedback dari sistem yang akan dikirimkan ke Mikrokontroler, Mikrokontroler yang menerima hasil Feedback akan memproses dengan cara membandingkan selisih dari Set Point dengan Feedback yang diberikan oleh sensor suhu DS18B20.

2.3 Perancangan Hardware

Perancangan Hardware meliputi bagian perencanaan mekanisme alat, yang terdiri dari perancangan mekanik, perancangan elektrik, serta spesifikasi alat secara umum.



Gambar 3 Desain Mekanik Alat

A. Spesifikasi Mekanik

Dimensi kerangka
Panjang : 100 cm
Lebar : 50 cm
Tinggi : 50 cm
Bahan : Kaca
Ketebalan: 8mm
Kapasitas ; 250 L

Dimensi Cooler
Panjang : 50 cm
Lebar : 15 cm
Bahan : Aluminium

B. Spesifikasi Elektrik

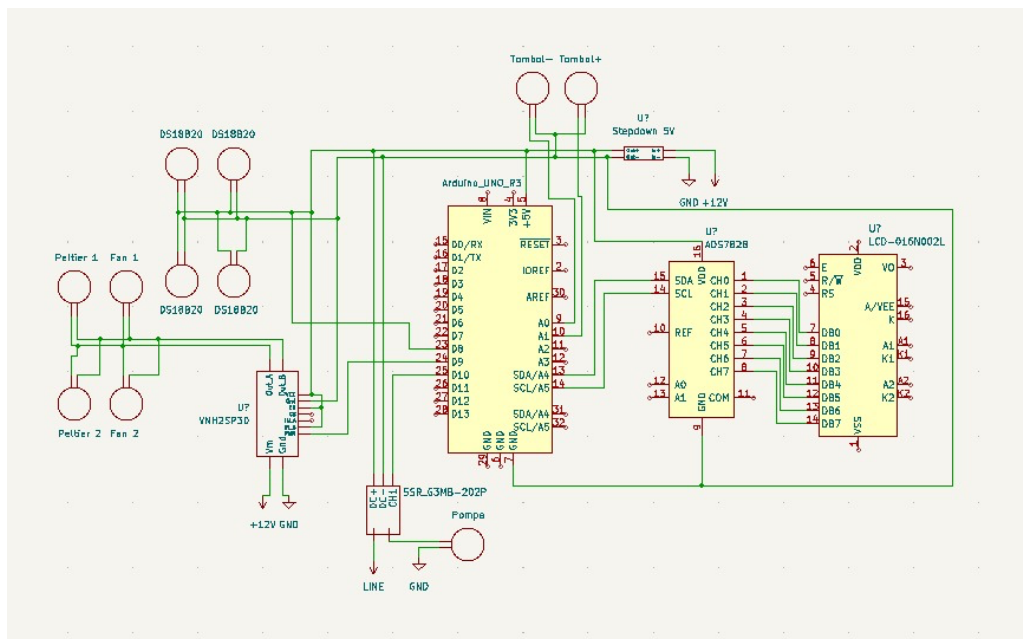
Power Supply : 220V
Mikrokontroler : Arduino Uno (ATmega328)
Display : LCD 16x2 dengan I2C interface
Jenis sensor : Sensor suhu DS18B20
Range suhu Sensor : -10 °C sampai +85 °C
Akurasi sensor :: +/- 0.5 derajat
Jenis Fan : Fan motor DC 12V 90 mm x 90 mm
Jenis Pendingin : Peltier TEC-12706
Range Suhu Peltier : -30 °C sampai +70 °C
Daya Peltier : 60 Watt / Peltier

C. Spesifikasi Pompa

Tipe : NS-2600
Tinggi Maksimum : 2 meter
Debit Maksimum : 2000L/h
Daya : 32W

2.4 Perancangan Eleketrik

Perancangan elektronik meliputi perancangan keseluruhan rangkaian yang meliputi rangkaian catu daya, sensor DS18B20, driver peltier SSR pompa, serta rangkaian LCD dan tombol.



Gambar 4 Gambar Rangkaian Keseluruhan

Pada Rangkaian terdiri dari beberapa komponen yaitu sensor suhu menggunakan DS18B20, Peltier TEC 12706, Driver peltier VNH2SP30, Fan 12V, Solid State Relay 5V 1 Channel, Tombol + dan -, Power Supply 12V, LCD 16x2, dan mikrokontroler Arduino Uno R3. Berikut fungsi dari masing-masing komponen :

Sensor DS18B20 berfungsi sebagai pembaca suhu air pada aquascape dalam satuan °C , yang kemudian digunakan sebagai feedback dari sistem. Peltier TEC 12706 berfungsi sebagai pendingin canister air aquascape. Driver Peltier VNH2SP30 berfungsi sebagai pengontrol suhu peltier serta sistem cooler peltier. Fan 12V berfungsi sebagai pendingin pada sistem cooler peltier. Solid State Relay 5V 1 Channel berfungsi mengaktifkan serta menonaktifkan pompa secara otomatis. Tombol + dan - berfungsi untuk menaikkan serta menurunkan set point suhu. Power Supply 12V berfungsi sebagai tegangan sumber yang akan digunakan sebagai masukan dari



driver peltier yang kemudian diteruskan menuju peltier. LCD 16x2 berfungsi untuk menampilkan hasil pembacaan sensor DS18B20 dalam satuan °C, nilai PWM, nilai set point dalam satuan °C dan Status Pompa (On/Off). Mikrokontroler Arduino Uno berfungsi sebagai pengendali keseluruhan sistem.

2.5 Perancangan software

Pada perancangan kontroler PID bertujuan untuk memperoleh nilai dari parameter – parameter yang digunakan pada sistem pengendali suhu. Adapun penggunaan kontroler ini akan berpengaruh untuk mengurangi error dari sistem yang sedang berjalan. Perancangan dilakukan untuk menentukan nilai Kp, Ki dan Kd dari plan yang terkontrol dalam hal ini adalah Peltier. Perancangan dilakukan dengan memberi masukan berupa unit step pada plan sehingga didapatkan respon. Karena respon berupa kurva S, maka perhitungan menggunakan metode ieger Nichlos 1, dengan rumus sebagai berikut

TABEL I Rumus Perhitungan Zieger Nichols I

Tipe Kontrol	Kp	Ti	Td
P	T/L	-	0
PI	0.9 T/L	L/0.3	0
PID	1.2 T/L	2L	0.5L

Berdasarkan hasil percobaan diatas pada gambar 4.5, dapat diperoleh L atau T sebesar 30 dan 150 (dalam satuan menit), dan jika disederhanakan diperoleh L dengan nilai 1 dan T bernilai 5. Kedua nilai tersebut kemudian dimasukkan ke dalam rumus perhitungan PID dengan metode Zieger Nichols 1. Berikut adalah perhitungan untuk mendapatkan nilai konstanta proposional, intergral dan derivative:

$$Kp = 1.2 \times \left(\frac{T}{L}\right) = 6$$

(1)

$$Ti = 2 \times L = 2$$

(2)

$$Td = 0.5 \times L = 0.5$$

(3)

$$Ki = Kp / Ti = 3$$

(4)

$$Kd = Kp \times Td = 3$$

(5)

Dari perhitungan dan respon dari plant diatas maka didapatkan nilai Kp = 6, Ki = 3 dan Kd = 3.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Rangkaian Driver Pompa DC

Pengujian kontrol heater dilakukan dengan cara memasukkan nilai PWM ke Arduino Uno lalu di cek tegangan yang masuk ke driver peltier TEC 12706. Berikut hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel di bawah

TABEL II Hasil Pengujian Rangkaian Driver

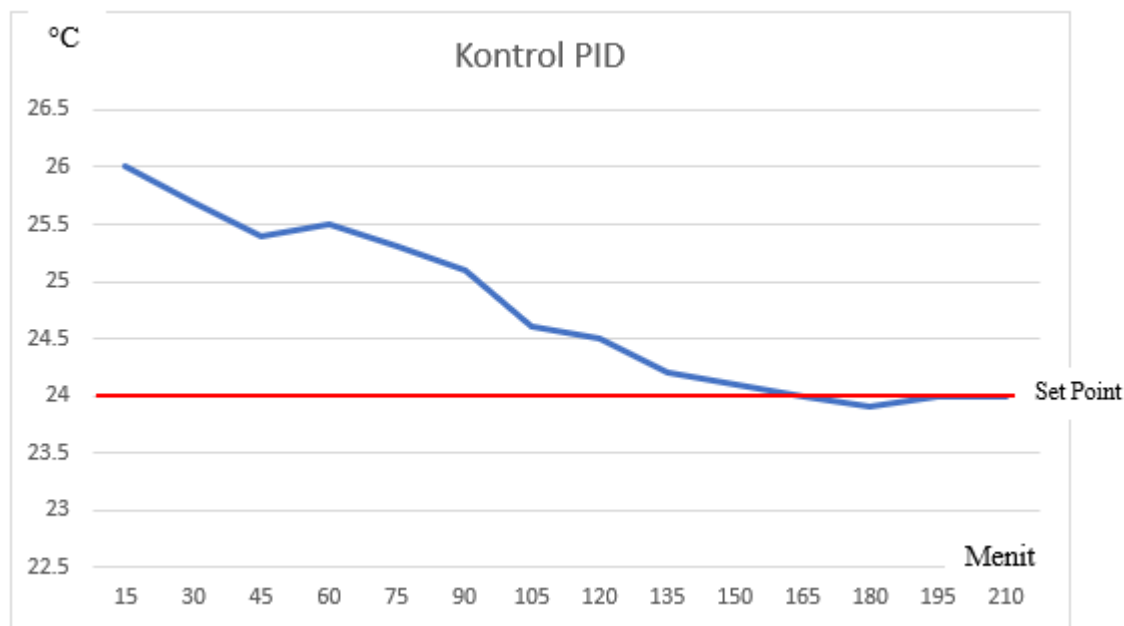
PWM	Tegangan (V)
0	0
25	0.6
50	1.8
75	3



100	4.4
125	5.1
150	6.9
175	8.2
200	9.4
225	10.6
255	12

3.2 Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan untuk mengetahui bagaimana respons dan error sistem secara keseluruhan, setelah diberi metode algoritma PID. Berikut adalah hasil respon peltier dari sistem pendinginan pada aquascape dengan menggunakan kontrol PID pada Gambar



Gambar 5 Respons Kontrol PID

Dari grafik PID dengan konstanta $K_p=6$, $K_i=3$, $K_d=3$ di atas, dapat diambil data respon sistem sebagai berikut:

1. Rise Time : 165 Menit
2. Overshoot : 0.83%
3. Peak Time : 180 Menit
4. Settling Time : 195 Menit
5. Error Steady-State : 0%

Saat awal sistem dihidupkan suhu masih berada pada suhu ruangan yakni 26°C, kemudian suhu turun secara perlahan hingga mencapai setpoint 24°C dengan waktu kurang lebih 330 menit. Apabila terdapat gangguan pada sistem pendingin akibat suhu ruangan dan juga suhu air yang belum merata maka suhu akan naik dan akan turun lagi dalam waktu 30 menit. Dengan menggunakan sistem kontrol PID, Peltier berjalan steady state hingga 60 menit saat percobaan ini berjalan.

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan bahwa penggunaan metode PID pada penelitian ini berjalan dengan baik yang dibuktikan dengan error steady state senilai 0% dan overshoot senilai 0.083%. Kestabilan suhu pada sistem dapat diperoleh dengan cara menerapkan sistem kontrol PID dengan konstanta yang tepat, dibuktikan dengan grafik respons dari hasil percobaan.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada kedua orang tua yang telah mendukung saya dan bapak dosen pembimbing yang telah memberikan ilmu kepada saya.

DAFTAR PUSTAKA



- [1] Bolton, W. 2006. Sistem Instrumentasi dan Sistem Kontrol. Jakarta: Erlangga
- [2] Hendry. Pulse Width Modulation (PWM).
<https://www.elektronikahendry.com/2020/10/pulse-width-modulation-pwm.html>
- [3] Sinug Raharjo, Edy Kurniawan, Eka Dwi Nurcahya. 2018. Sistem Otomatisasi Fotosintesis Buatan Pada Aquascape, Universitas Muhammadiyah Ponorogo
- [4] Triawan Yesi, Juli Sardi 2020 Perancangan Sistem Otomatisasi pada Aquascape Berbasis Mikrokontroller Arduino Nano, Institut Teknologi Nasional Malang.
- [5] Upriyanto, Mamat 2021 Rancang Bangun Sistem Monitoring Suhu Dan Tingkat Kekeruhan Air Pada Aquascape Menggunakan Iot, Universitas Amikom Purwokerto.
- [6] Diaz, Aztisyah 2021 Implementasi Logika Fuzzy Mamdani Pada PH Air Dalam Sistem Otomatisasi Suhu Dan PH Air Aquascape Ikan Guppy, Institut Teknologi Telkom Purwokerto
- [7] Rohito Kadek Budi, Dantes Kadek Rihendra, Nugraha I N Pasek 2019. Rancang Bangun Air Cooler Dengan Menggunakan Modul Termoelektrik Peltier Type TEC-12706, Universitas Pendidikan Ganesha
- [8] Interfacing / Programming Sensor Cahaya BH1750 dengan Arduino. 2019. <https://www.nn-digital.com/blog/2019/11/10/interfacing-programming-sensor-cahaya-bh1750-dengan-arduino/>