

RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL CERDAS AQUASCAPE DENGAN PEMANFAATAN SPK

Vido Rizqy Setiardo, Eddy Nurraharjo*

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Stikubank

Email *eddynurraharjo.edu@unisbank.ac.id

ABSTRAK

Aquascape merupakan sesuatu hobi yang mulai memiliki banyak peminat. Karena keindahannya banyak masyarakat yang mencoba untuk menekuni hobi ini. Masalah yang sering dialami penghobi baru aquascape adalah minimnya pengetahuan dan waktu untuk merawat aquascape. Dengan memanfaatkan logika fuzzy sugeno, penghobi dapat dimudahkan dalam perawatan dasar aquascape berupa menjaga tingkat ammonia tetap rendah, menjaga suhu air agar tidak melebihi suhu 30°C, menjaga ketinggian air, dan penyinaran menggunakan lampu secara otomatis menyesuaikan intensitas cahaya matahari. Alat ini menggunakan sensor MQ137 untuk membaca gas ammonia, sensor DS18B20 untuk membaca suhu, sensor HC SR-04 untuk membaca ketinggian air, dan sensor LDR atau Light Dependent Resistor untuk membaca intensitas cahaya. Hasil dari penelitian ini yakni sistem mampu memperkirakan output berdasarkan nilai input dari sensor, mampu menjaga tingkat ammonia tetap rendah, menjaga suhu tetap dibatas optimal di sekitar 26 - 28°C, ketinggian air dapat dijaga pada posisi 1 cm lebih rendah dari bibir aquarium dan penyinaran menggunakan lampu dapat menyesuaikan durasi berdasarkan nilai pembacaan sensor LDR.

Kata Kunci: Aquascape, HC SR-04, DS18B20, MQ137, Light Dependent Resistor

1. PENDAHULUAN

Aquascape merupakan salah satu hobi yang diminati oleh banyak masyarakat. Hobi ini merupakan seni menata tanaman yang dipadukan dengan benda mati seperti batu dan kayu serta dikombinasikan dengan *fauna* air didalam aquarium. Berkat keindahannya banyak orang ingin mencoba hobi ini, namun tidak sedikit pula penghobi *aquascape* pemula yang belum atau tidak memiliki pengalaman dalam memelihara ikan atau *fauna* air sebelumnya. Tentu hal ini akan menyulitkan penghobi tersebut, karena dalam merawat *aquascape* kita tidak hanya memelihara *fauna*-nya saja namun seluruh kominen yang ada di dalam aquarium, sehingga perawatan *aquascape* tergolong lebih rumit. Dalam perawatan *aquascape* terdapat empat hal yang perlu untuk diperhatikan seperti kadar ammonia, suhu air, ketinggian air, dan lamanya pencahayaan untuk proses fotosintesis.

Kendala lainnya yang dirasakan penghobi adalah waktu yang diperlukan untuk merawat kebutuhan dasar *aquascape* karena hobi ini membutuhkan kesabaran dalam perawatannya. Oleh karena ini dibutuhkan suatu alat bantu untuk memudahkan penghobi dalam memenuhi kebutuhan dasar *aquascape*-nya. Dalam penelitian yang dilakukan Yasser, Irmasari dan Zulkarnain (2016) bahwa batas aman ammonia berada dibawah kisaran 0,05 ppm. Untuk pencahayaan buatan menggunakan lampu sebagai pengganti sinar matahari menurut [1] durasi idealnya selama 7 sampai 8 jam perhari dan menurutnya suhu yang ideal bagi aquascape sekitar 25 sampai 28°C.

Berdasarkan uraian di atas maka penulis melakukan penelitian tentang Rancang Bangun Sistem Cerdas *Aquascape* Dengan Pemanfaatan SPK untuk melakukan pemenuhan kebutuhan dasar *aquascape* dengan menggunakan dasar logika fuzzy sugeno. Harapan peneliti terhadap penelitian ini dapat mempermudah penghobi *aquascape* yang masih pemula maupun yang memiliki waktu terbatas.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Pencarian referensi yang memiliki jenis tema dan dasar logika penyelesaian yang mirip dengan tema yang sedang diteliti agar memudahkan peneliti dalam proses perancangan sistem. Referensi yang diambil berasal dari beberapa jurnal dan skripsi. Beberapa rancangan sistemnya menggunakan Arduino Uno, MQ137, MQ135, MQ7, DS18B20 dan HC-SR04 dan modul pendukung lainnya.

Penelitian tentang pendeteksi gas yang dilakukan oleh [2] bahwa menggunakan logika fuzzy sugeno sebagai dasar logika pendeteksi kebocoran gas pada lingkungan pengolahan gas ammonia dengan bantuan sensor MQ137 dan modul WiFi *ESP8266* mampu mendeteksi kebocoran gas dan memberikan peringatan kepada karyawan melalui *email*. Penelitian lain yang dilakukan oleh [3] yaitu menciptakan robot berbasis logika fuzzy sugeno guna mengetahui tingkat pencemaran udara berupa gas monoksida dan ammonia pada suatu lingkungan menggunakan robot yang diberi sensor MQ135 dan MQ7 dengan interface berbasis *bluetooth*. Pada penelitian yang dilakukan [4] menggunakan tiga sensor berbeda yaitu sensor warna TCS3200, suhu DS18B20, dan ammonia MQ135 yang digabung dengan menggunakan metode fuzzy sugeno sehingga mampu mengetahui kondisi seseorang sedang terhidrasi atau tidak melalui warna, dan kandungan gas ammonia pada urine.

Penelitian tentang pendeteksian intensitas cahaya yang dilakukan oleh [5] menyalakan lampu secara terus menerus akan berdampak pada terjadinya pemborosan listrik, sehingga dibutuhkan alat yang dapat mengontrol lampus secara otomatis dengan menggunakan sensor LDR dan logika fuzzy agar penggunaan listrik lebih efisien. Penelitian yang dilakukan oleh [6] tidak jauh berbeda dengan penelitian sebelumnya, namun pada modulnya diberi tambahan *real time clock* sebagai pengontrol lampu otomatis yang dapat menyesuaikan dengan kondisi lingkungan sekitar. Pada penelitian yang dilakukan [7] menggunakan sensor LDR, DHT11 dan PIR HC-SR501 yang dikombinasikan dengan fuzzy sugeno untuk mengontrol lampu dan AC secara otomatis.

Penelitian tentang pendeteksi suhu yang dilakukan oleh [8] untuk pengendalian suhu ruangan menggunakan sensor DHT11 dengan logika fuzzy sugeno untuk mengatur kecepatan *DC Mosfet IRF5305S Switch*. Penelitian lain yang dilakukan oleh [9] hampir sama dengan penelitian yang dilakukan Hugo, perbedaannya pada penelitian ini adalah dengan menambahkan NodeMcu untuk mengirimkan notifikasi melalui aplikasi Telegram dalam bentuk notifikasi. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh [10] adalah mengkombinasikan antara kontrol suhu dan ketinggian air dalam sistem pemijahan ikan menggunakan sensor suhu LM35 dan sensor HC-SR04 dipadukan dengan logika fuzzy. Sama halnya dengan penelitiannya yang dilakukan [11] memanfaatkan fungsi sensor air hujan dan sensor jarak yang dipadukan dengan logika fuzzy sugeno untuk pengontrol ketinggian air serta mengganti air kolam ketika terjadi hujan agar air tidak menjadi asam.

Penelitian-penelitian diatas menjadi dasar peneliti untuk melakukan penelitian dalam pembuatan Sistem Kontrol Cerdas *Aquascape* Dengan Pemanfaatan SPK dan akan memudahkan peneliti untuk menentukan dasar logika yang akan digunakan serta *hardware* yang dapat cocok untuk digunakan dalam penelitian ini.

3. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini guna mendapatkan informasi terkait penelitian yang sedang dilakukan sebagai berikut:

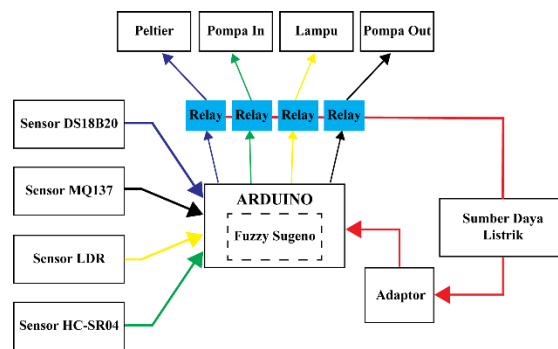
- a. Studi Literatur, peneliti mencari referensi dari jurnal, skripsi dan karya ilmiah lainnya yang memiliki topik yang sejenis dengan topik yang sedang diteliti.
- b. Perancangan Perangkat Lunak, peneliti melakukan perancangan diagram blok, *flowchart*, dan perancangan program yang akan digunakan dalam sistem agar dapat bekerja sesuai dengan harapan peneliti.

- c. Perancangan Perangkat keras, peneliti menentukan perangkat keras yang akan digunakan sebagai *input*, pengolah data, dan *output* meliputi sensor, mikrokontroler serta modul pendukung lainnya.
- d. Implementasi sistem, peneliti akan memadukan perangkat lunak dan perangkat keras menjadi satu kesatuan menjadi sebuah prototype sesuai dengan rancangan sistem yang telah dibuat.
- e. Pengujian Sistem, peneliti akan melakukan pengujian prototype agar peneliti dapat mengetahui apakah sistem yang telah dibuat dapat bekerja sesuai dengan harapan peneliti atau masih memerlukan perbaikan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Diagram Blok Sistem

Perancangan Sistem Kontrol Cerdas *Aquascape* Dengan Pemanfaatan Fuzzy Sugeno ini terdiri dari beberapa komponen yaitu Arduino UNO, sensor gas ammonia MQ137, sensor jarak HC-SR04, sensor suhu DS18B20, sensor cahaya LDR, relay, pompa air DC, peltier dan lampu.

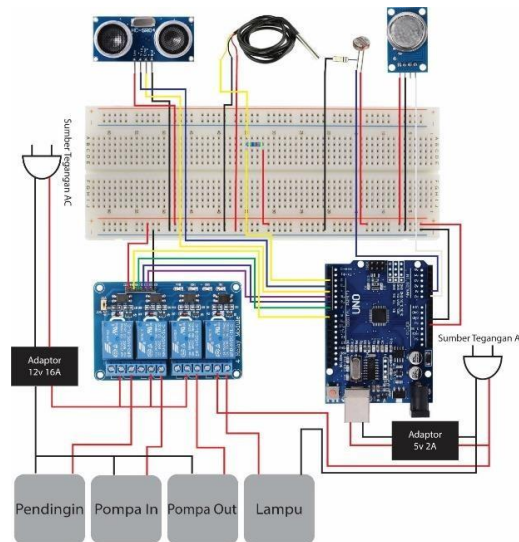


Gambar 1. Diagram Blok Sistem

Diagram blok di atas merupakan gambaran umum dari sistem yang akan dibuat, dimana setiap input yang diterima dari sensor yang terpasang akan diolah menggunakan logika fuzzy sugeno dan menghasilkan output berupa menyalakan lampu, pompa, dan peltier. Misalnya, apabila sensor MQ137 mendeteksi intensitas gas ammonia melebihi batas aman yang telah ditentukan maka akan melakukan pengurusan dengan menyalakan pompa out sesuai dengan hasil perhitungan fuzzy sugeno yang nantinya jika proses pembuangan air telah selesai maka akan menyalakan pompa in dengan durasi yang sama seperti pompa out begitupun dengan sensor yang lain, konsep kerjanya hampir sama.

4.2. Rangkaian *Hardware* Sistem

Rangkaian *hardware* secara keseluruhan *prototype* yang telah dibuat seperti gambar 2.



Gambar 2. Rangkaian Keseluruhan

Keterangan lajur kabel pada rangkaian *hardware* dapat dilihat pada tabel 1:

Tabel 1. Keterangan Rangkaian Sistem Kontrol Cerdas Aquascape Dengan Pemanfaatan SPK

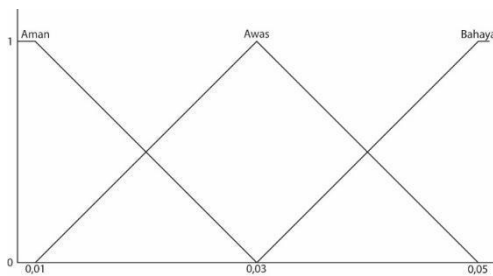
MQ137		
Pin VCC	Arahkan	Lajur <i>breadboard</i> positif (+)
Pin GND	Arahkan	Lajur <i>breadboard</i> negatif (-)
Pin A0	Arahkan	Arduino pin A0
HC-SR04		
Pin VCC	Arahkan	Lajur <i>breadboard</i> positif (+)
Pin GND	Arahkan	Lajur <i>breadboard</i> negatif (-)
Pin Triger	Arahkan	Arduino pin D3
Pin Echo	Arahkan	Arduino pin D4
LDR		
Pin VCC	Arahkan	Lajur <i>breadboard</i> positif (+)
Pin GND	Arahkan	Lajur <i>breadboard</i> negatif (-)
Pin Data	Arahkan	Arduino pin A1
DS18B20		
Pin VCC	Arahkan	Lajur <i>breadboard</i> negatif (-)
Pin GND	Arahkan	Lajur <i>breadboard</i> negatif (-)
Pin Data	Arahkan	Lajur A35
Resistor 4k7	Letakkan	Lajur B32 dan B35
Lajur <i>breadboard</i> positif (+)	Arahkan	Lajur C32
Lajur C35	Arahkan	Arduino D2
Relay		
Pin VCC	Arahkan	Lajur <i>breadboard</i> positif (+)
Pin GND	Arahkan	Lajur <i>breadboard</i> negatif (-)
Pin in1	Arahkan	Arduino D5
Pin in2	Arahkan	Arduino D6
Pin in3	Arahkan	Arduino D7
Pin in4	Arahkan	Arduino D8
Rangkaian Sumber Tegangan DC 12v		
Positif	Arahkan	Relay COM 2, 3, dan 4
Negatif	Arahkan	Negatif pendingin, pompa in dan out
Relay NC 2	Arahkan	Positif pompa In

Relay NC 3	Arahkan	Positif Pompa Out
Relay NC 4	Arahkan	Positif Pendingin
Rangkaian Sumber Tegangan AC 220		
Kabel Tegangan	Arahkan	Fiting lampu
Arduino UNO		
Pin 5V	Arahkan	Lajur <i>breadboard</i> positif (+)
Pin GND	Arahkan	Lajur <i>breadboard</i> negatif (-)

4.3. Pengujian Sistem

Pengujian Sistem Kontrol Cerdas *Aquascape* Dengan Pemanfaatan SPK perlu dilakukan agar mengetahui kinerja sistem yang telah dibuat berupa pengujian kesesuaian input, proses, dan output.

- a. Pengujian sistem kendali ammonia memiliki derajat keanggotaan dan rules ammonia seperti yang dapat dilihat pada gambar 3 dan tabel 2.



Gambar 3. Derajat Keanggotaan Amonia

Tabel 2. Rules Ammonia

Input	Aman	Awam	Bahaya
	0	25	50

Pengujian sistem kendali ammonia menggunakan air yang diambil dari kolam lele dan diberi beri pakan ikan kemudian didiamkan selama beberapa hari. Hasil yang terbaca berada disekitar 0,03 ppm dan proses pengurasan dilakukan sebanyak 25%.



```
07:56:31.881 -> NH3 = 0.03
07:56:31.881 -> Kuras Amonia = 25.00 %
07:56:31.927 -> pompa buang Amonia menyala
```

Gambar 4. Pengujian Sistem Kendali Ammonia

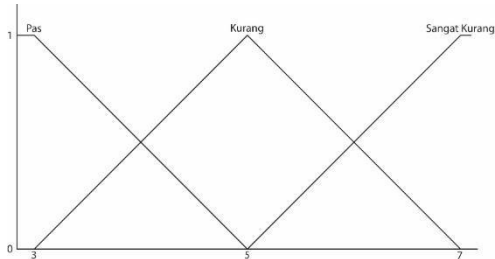
Lampiran tabel pengujian respon sensor MQ137.

Tabel 3. Pengujian Sensor MQ137

No	Pengujian	Hasil Baca MQ137
1	Endapan air kolam dan diberi pakan ikan	0,03
2	Air aquarium	0,00
3	Air tanah	0,00
4	Air kolam lele	0,01
5	Air kolam ikan hias	0,00

Hasil baca air endapan air kolam dan diberi pakan ikan oleh sensor MQ137 dijadikan sebagai acuan bagi hasil baca sampel lainnya.

- b. Pengujian sistem pengendali ketinggian air dengan derajat keanggotaan dan rules yang dapat dilihat pada gambar 5 dan tabel 4.

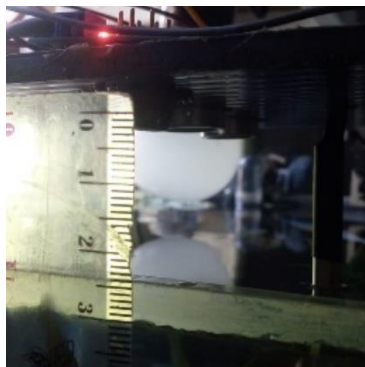


Gambar 5. Derajat Keanggotaan Ketinggian

Tabel 4. Rules Ketinggian

Input	Pas	Kurang	Sangat Kurang
	0	30	60

Penentuan ketinggian pas yaitu dari jarak antara ketinggian maksimal air dengan sensor HC-SR04. Apabila ketinggian air lebih dari 3 cm maka sistem akan menghitung durasi pompa yang dibutuhkan untuk mengembalikan ketinggian ke keadaan optimal.



```
08:27:23.826 -> Jarak: 3.00
08:27:23.826 -> Hasil Hitung: 0.00
08:27:23.826 -> Durasi Pengisian: 0
```

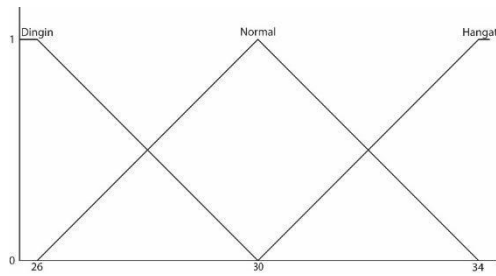
Gambar 6. Pengujian Sistem Pengendal Ketinggian Air

Pada gambar diatas sistem tidak melakukan kondisi apapun karena ketinggian air sudah optimal yaitu berjarak 3cm dari sensor HC-SR04, berikut lampiran tabel perbandingan nilai baca sensor dengan mistar.

Tabel 5. Pengujian Sensor HC-SR04

No	HC-SR04	Mistar	Selisih
1	3	3,5	0,5
2	3	3,0	0,0
3	4	4,3	0,3
4	4	4,1	0,1
5	3	2,8	0,2

- c. Pengujian sistem pengendali suhu dengan derajat keanggotaan dan rules suhu seperti yang dapat dilihat pada gambar 7 dan tabel 6.



Tabel.6 Rules Suhu

Input	Dingin	Normal	Hangat
	0	30	60

Gambar 7. Derajat Keanggotaan Suhu

Penentuan suhu optimal merujuk pada penelitian yang dilakukan oleh Raharjo, *dkk* yaitu diantara 25 - 28°C, sehingga peneliti menentukan suhu optimal dimulai dari 26°C dengan pertimbangan agar penggunaan daya listrik tidak terlalu boros dan durasi yang dibutuhkan peltier untuk dapat menurunkan suhu air.

08:52:42.950 -> Suhu Air	= 25.50	12:06:44.750 -> Suhu Air	= 27.25
08:52:42.950 -> 0		12:06:44.750 -> 450000	
08:52:42.950 ->		12:06:44.750 ->	

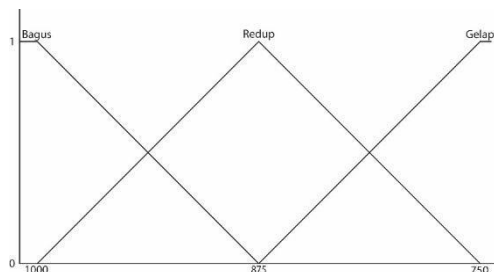
Gambar 8. Hasil Pembacaan Sensor DS18B20

Pada gambar diatas pengujian dilakukan pada pukul 8.52 pagi dan 12.06, dimana suhunya masih berada dibatas optimal. Sedangkan pada saat siang hari suhunya dapat mencapai hampir 30°C atau sudah melebihi batas suhu optimal jika tanpa sistem pendingin. Namun, jika menggunakan sistem pendingin maka suhu dapat ditekan dibawah 28°C meskipun hanya dibawahnya sedikit. Tabel di bawah akan menunjukkan selisih antara bacaan sensor suhu DS18B20 dengan thermometer yang berada didalam aquarium.

Tabel 7. Pengujian Sensor DS18B20

No	DS18B20	Termometer	Selisih
1	27,25	28,5	0,75
2	31	31	0,0
3	35,75	36	0,25
4	26	27,5	1,5
5	27,5	28	0,5

- d. Pengujian sistem penyinaran berdasarkan nilai yang terbaca oleh sensor LDR dengan derajat keanggotaan dan rules pada gambar 9 dan tabel 8.

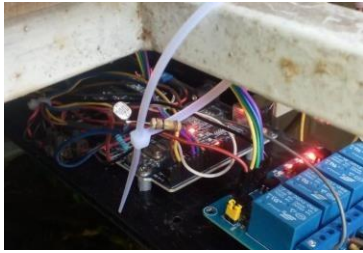


Tabel 8. Rules Intensitas Cahaya

Input	Bagus	Redup	Gelap
	4	6	8

Gambar 9. Derajat Keanggotaan Intensitas Cahaya

Penentuan derajat keanggotaan didapatkan dari pendataan intensitas cahaya matahari dari berbagai kondisi mulai dari pagi hingga malam dengan posisi sensor menghadap keluar jendela, seperti yang pada tabel 9.



Gambar 10. Sensor LDR

Tabel 9. Pengujian Sensor LDR

No	Kondisi	Jam	Nilai Intensitas Cahaya
1	Pagi dan cerah	9.25	998
2	Siang dan cerah	13.00	1020
3	Sore dan hujan	15.10	830
4	Petang	17.52	211
5	Malam	22.32	203

Setiap nilai input dari sensor diatas akan diolah menggunakan rumus berdasarkan derajat keanggotaan dan rules yang ada. Langkah-langkah penghitungan menggunakan logika fuzzy sugeno sebagai berikut:

- a. Input dari sensor
- b. Nilai input akan dikelompokkan dan dihitung berdasarkan derajat keanggotaan menggunakan rumus berikut:

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & x < a \text{ atau } x > c \\ \frac{x - a}{b - a}; & a \leq x \leq b \\ \frac{c - x}{c - b}; & b \leq x \leq c \end{cases}$$

- c. Hasil perhitungan tersebut digunakan dalam proses defuzzyfikasi untuk mengetahui output menggunakan rumus berikut:

$$Z = \frac{\sum_i^n \alpha_i Z_i}{\alpha_i}$$

- d. Keluaran dari defuzzyfikasi

```
09:21:38.977 -> NH3 = 0.00
09:21:39.023 -> Kuras Amonia = 0.00 %
09:21:39.071 -> Jarak: 3.00
09:21:39.071 -> Hasil Hitung: 0.00
09:21:39.118 -> Durasi Pengisian: 0
09:21:39.118 -> Intensitas Cahaya = 998
09:21:39.118 -> Durasi Lampu= 14630400
09:21:39.917 -> Suhu Air = 25.56
09:21:39.917 -> Durasi Peltier on = 0
```

Gambar 11. Hasil Defuzzyfikasi

5. KESIMPULAN

Penelitian tugas akhir Rancang Bangun Sistem Kontrol Cerdas *Aquascape* Dengan Pemanfaatan SPK yang telah dilakukan, maka penulis dapat mengambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- a. Hasil dari pengujian alat secara keseluruhan yang telah dilakukan, alat Sistem Kontrol Cerdas *Aquascape* Dengan Pemanfaatan SPK telah berjalan sesuai dengan harapan.
- b. Margin error sensor jarak HC-SR04 berada di bawah 1 cm, untuk sensor suhu DS18B20 terdapat perbedaan suhu sekitar 0,25 – 1,5 °C dengan thermometer konvensional, pendeteksi gas ammonia hanya berfungsi jika gas ammonia terkonsentrasi pada ruang yang kecil sehingga gas ammonia tidak menguap kemanamana dan dapat dideteksi oleh sensor dengan baik, sedangkan untuk sensor cahaya sudah dapat bekerja sebagaimana mestinya.
- c. Sistem pendingin mampu menurunkan suhu 1-2°C dibanding tanpa pendingin.

- d. Sistem ini cocok digunakan pada segala macam ukuran akuarium dengan catatan untuk menyesuaikan alat-alat pendukung seperti pompa in dan out, pendingin, dan lampu sesuai kebutuhan akuarium, karena sistem ini hanya sebagai dasar perawatan akuarium.

6. SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan serta kesimpulan yang telah didapat, Rancang Bangun Sistem Kontrol Cerdas Aquascape Dengan Pemanfaatan SPK masih jauh dari kata sempurna. Sehingga perlu dilakukan pengembangan lebih lanjut. Adapun saran yang dapat disampaikan peneliti untuk pengembangan penelitian ini sebagai berikut:

- a. Sensor jarak HC-SR04 kurang cocok jika digunakan untuk membaca ketinggian air dengan stabil, hal ini disebabkan karena sensor jarak HC-SR04 akan berubah pembacaannya jika air bergelombang meskipun sangat sedikit sehingga akan menyebabkan kesalahan pembacaan. Bisa menjadi fatal jika jarak antara ketinggian air dan bibir akuarium dibuat sedekat mungkin maka dapat menyebabkan air meluap.
- b. Pada sistem pengontrol ammonia dapat ditambah dengan sistem hidroponik karena ammonia akan diserap oleh tanaman sebagai sumber makanan, sehingga tidak ada air yang terbuang.
- c. Sistem ini masih sangat perlu untuk dikembangkan agar sistem ini dapat bekerja lebih efisien dalam mengatasi ammonia, menjaga suhu air tetap sejuk, menjaga ketinggian air, dan dapat melakukan penyinaran secara proporsional.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Raharjo, Sinung., Edy Kurniawan dan Eka Dwi Nurcahya. (2018) Sistem Otomatisasi Fotosintesis Buatan Pada Aquascape Berbasis Arduino, *KOMPUTEK*, 1 (2), pp. 39-48.
- [2] Hakim, Lukman Nul., Ahmad Taqwa dan Ibnu Ziad. (2019) Rancang Bangun Pendeteksi Kebocoran Gas Konsentrasi Amonia (NH₃) Menggunakan Modul WiFi ESP8266. Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi di Industri, Malang, February 2, 193-196.
- [3] Novianti, Atik., Unang Sunarya. (2015) Perancangan Robot Pendeteksi Lingkungan Berbahaya Berbasis Logika Fuzzy Dan Kontrol Android, *Jurnal Elektro Telekomunikasi Terapan*, 1 (2) Juli, pp. 31-39.
- [4] Kurniawan, Aditya., Hadiyanto, Suhaedi, Nur Yanti dan Fathur Zaini Rachman. (2019) Sistem Pendeteksi Dehidrasi Dan Suhu Urin Berbasis Fuzzy Logic Pada Kloset Berdiri. *SEMINASTIKA*, pp. 53-57.
- [5] Pardede, Akim Manaor Hara., Novriyenni, Sutris Efendi. (2017) Implementasi Pengendalian Lampu Otomatis Berbasis Arduino Menggunakan Metode Fuzzy Logic, *Techsi : Jurnal Penelitian Teknik Informatika*, 2 (9) Oktober, pp. 164-177.
- [6] Nugraha, Nunu., Sugeng Supriyadi, Komar Udin. (2015) Aplikasi Pengontrolan Lampu Menggunakan Arduino Uno Dengan Algoritma Fuzzy Logic Berbasis Android, *Jurnal Cloud Information*. 1 (1), pp. 50-64.
- [7] Mulia, Nana Amalia., Mochammad Hannats Hanafi, Issa Arwani. (2018) Implementasi Logika Fuzzy untuk Purwarupa Pengkondisian AC dan Lampu Otomatis pada Sebuah Ruangan, *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*. 4 (2) April, pp. 1553-1562.
- [8] Hugo, Yoga Sugama. (2020) Rancang Bangun Alat Pengatur Suhu Ruangan Otomatis Menggunakan Metode Fuzzy Takagi-Sugeno, Skripsi, Program Studi Teknik Komputer FTIE Universitas Teknologi Yogyakarta, Yogyakarta.
- [9] Nur Iqbal, Ivan. (2020) Sistem Pemantauan Suhu Melalui Media Arduino – Telegram. Skripsi, Program Studi Teknik Informatika FTI Universitas Stikubank, Semarang.

-
- [10] Bandong, Steven., Hesky Kolibu, Verna Suoth. (2015) Rancang Bangun Sistem Kontrol Suhu Dan Ketinggian Air Untuk Pemijahan Ikan Dengan Menggunakan Logika Fuzzy, d'Cartesian: Jurnal Matematika dan Aplikasi, 2 (4), pp. 144-152.
- [11] Nugroho, Assyudiqi. (2017) Kontrol Ketinggian Air Pada Budidaya Ikan Dan Tanaman Yumina Bumina Menggunakan Metode Fuzzy Takagi-Sugeno, Skripsi, Program Studi Teknik Informatika FIK Universitas Brawijaya, Malang.