

Sistem Pengendali Kualitas Air untuk Budidaya Ikan Guppy berdasarkan Suhu dan Derajat Keasaman Air menggunakan Metode KNN (*K-Nearest Neighbor*)

Rizky Widya Mahendra¹, Eko Setiawan², Rizal Maulana³

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya
Email: ¹rw_mzhendra@student.ub.ac.id, ²ekosetiawan@ub.ac.id, ³rizal_lana@ub.ac.id

Abstrak

Indonesia yang berjenis negara kepulauan menjadi rumah bagi berbagai jenis ikan, mulai dari ikan yang dapat dimakan hingga ikan hias yang digunakan untuk mempercantik ruangan. Salah satu ikan akuarium yang populer sekarang yaitu ikan guppy, jadi dapat dipahami jika semakin banyak penggemar ikan guppy. Tentu saja, saat ini budidaya ikan guppy adalah bidang kegiatan yang menjanjikan bagi para pembudidayanya saat ini karena nilai jualnya yang tinggi. Namun memelihara ikan guppy ini tidaklah mudah, dikarenakan kualitas air yang dipakai pada habitat ikan guppy harus dijaga, jika tidak maka kualitas air akan menyebabkan ikan dapat terserang penyakit. Kondisi ini bisa disebabkan karena ada beberapa pembudidaya tidak untuk melakukan pemeliharaan rutin untuk ikan guppy. Kesalahan yang paling umum terjadi adalah salah pemilihan lokasi akuarium yang menyebabkan perubahan suhu air yang signifikan, serta pengelolaan air yang tidak tepat yang menyebabkan perubahan pH air yang terlalu tinggi. Sehingga dibutuhkan sistem otomatis yang bisa mengendalikan kondisi dari air. Dengan memakai metode KNN (*KNearest Neighbor*) diperoleh nilai ketelitian dari K, nilai K yang menggunakan K=3, K=5, dan K=11 mendapatkan nilai akurasi sebanyak 95%, sedangkan nilai K yang memakai K=7 dan K=9 akurasinya sebesar 100%, setelah KNN mendapatkan hasil dari deteksi, hasil tersebut akan berguna untuk mengatur tindakan dari aktuator. Pemakaian dari sistem mempengaruhi perkembangan dari ikan guppy, untuk akuarium yang memakai sistem pertumbuhan ikannya lebih cepat dibanding akuarium yang tidak memakai sistem.

Kata kunci: Ikan guppy, pH, suhu, K-Nearest Neighbor

Abstract

Indonesia, which is an archipelagic country, is home to various types of fish, from edible fish to ornamental fish used to beautify a room. One of the most popular aquarium fish today is the guppy fish, so it's understandable that there are more and more guppy fish fans. Of course, currently guppy fish farming is a promising field of activity for current cultivators because of its high selling value. However, keeping guppy fish is not easy, because the quality of the water used in the guppy fish habitat must be maintained, otherwise the water quality will cause the fish to get sick. This condition can be caused because there are some cultivators who do not carry out routine maintenance for guppies. The most common mistakes are incorrect selection of the aquarium location which causes significant changes in water temperature, as well as improper water management which causes changes in water pH that are too high. So we need an automatic system that can control the condition of the water. By using the KNN (*KNearest Neighbor*) method, the accuracy value of K is obtained, the K value using K=3, K=5, and K=11 gets an accuracy value of 95%, while the K value using K=7 and K=9 accuracy of 100%, after KNN gets the results of the detection, these results will be useful for regulating the action of the actuator. The use of the system affects the development of guppies, for aquariums that use the system the growth of fish is faster than the aquarium that does not use the system..

Keywords: Guppies, pH, temperature, K-Nearest Neighbor

1. PENDAHULUAN

Ikan adalah salah satu makhluk yang hidup di air, ikan datang dalam berbagai jenis dan ukuran dari ikan yang konsumsi sampai dengan untuk menghias ruang. Selain sebagai hobi memelihara ikan hias ini juga bisa menjadi sumber bisnis sehingga mulai banyak yang berbudidaya ikan guppy. Budidaya ikan hias jenis guppy digemari dikarenakan memiliki corak tubuh yang indah. Maka dari itu peluang usaha budidaya ikan hias jenis guppy ini cukup menjanjikan, tergantung jenis apa yang dibudidayakan harga jual ikan guppy ini bisa berkisar Rp 50.000 sampai menyentuh harga Rp 1.000.000 (Kompas.com, 2019).

Harga dari guppy ini berada pada keindahan corak dan bentuk tubuhnya yang beragam. Maka ketika memelihara guppy haruslah benar-benar diperhatikan lingkungan airnya. Kualitas dari air sangat mempengaruhi kehidupan ikan guppy, karena bila tidak diperhatikan dapat menyebabkan penurunan kualitas ikan. Menurut Boyd (1984), suhu dan keasaman air untuk tumbuh dengan baik, harus berada pada pH antara 6 hingga 8 dan suhu di antara 28 sampai 32 °C. Namun menurut Tarang (2017) suhu yang paling baik berada pada 28°C sampai 30°C, ketika ikan guppy berada pada lingkungan tersebut ikan bisa tumbuh menjadi besar dan sehat.

Dan juga jangan biarkan air berada pada kondisi asam karena bisa menjadi meracuni ikan guppy dan membuat guppy menjadi stress sehingga ikan akan berperilaku aktif yang dapat menurunkan kualitas ikan guppy (Azmah Mohti, 2012).

Dalam budidaya guppy pada proses pemeliharaan sering terjadi kelalaian sehingga mengakibatkan guppy menjadi tidak sehat. Ini dapat terjadi karena para pembudidaya tidak dapat melakukan pemeliharaan dengan rutin terhadap ikan guppy sehingga berakibat penurunan kualitas. Kesalahan yang sering dilakukan oleh sebagian pembudidaya adalah salah memilih tempat untuk meletakkan kolam sehingga menyebabkan suhu air pada akuarium sering berubah-ubah sehingga membuat ikan menjadi kaget terhadap perubahan suhu kolam. Selain itu pengelolaan air pada akuarium yang tidak tepat dapat menyebabkan air menjadi yang terlalu asam sehingga ikan menjadi stres dan terserang penyakit. Jika ikan guppy ingin diikutkan dalam suatu kontes maka sangatlah

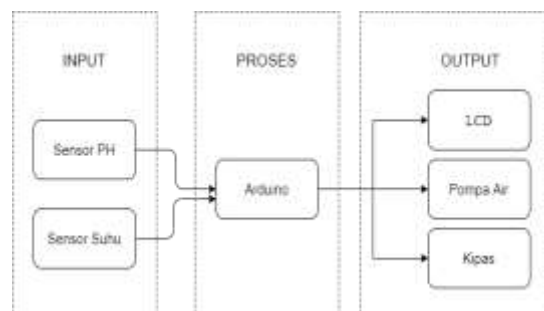
penting untuk memperhatikan beberapa aspek, mulai dari fisik yang seimbang hingga tulang punggungnya, kesehatan tubuh, ekor dan ikan. Jika ada aspek standar yang terlalu jelas/berlebihan, maka ikan tersebut tidak dapat dianggap baik (MiZ, 2018).

Untuk meminimalisir kesalahan dalam proses budidaya ikan maka dibutuhkan sistem otomatis yang bisa membantu dan menghindari resiko kegagalan. Karena itu, sistem haruslah bisa memantau dan mengendalikan keadaan air tetapi dalam penerapannya tidak ada metode yang benar-benar sempurna dalam melakukan kontrol sepenuhnya, oleh karena itu dipilihlah metode K-Nearest Neighbor. KNN merupakan sebuah metode klasifikasi yang berguna untuk menentukan suatu kondisi, KNN dipilih karena memiliki metode yang sederhana dan mudah dalam implementasinya. Metode KNN ini melakukan perhitungan klasifikasi berdasarkan nilai jarak dari data uji dan data latih. Kelebihan dari penggunaan KNN terdapat pada pelatihannya cepat, mudah dipahami dan kuat terhadap data latih noise.

Berdasarkan penuturan di atas, penulis ingin membuat sistem yang mampu mengendalikan kondisi atau keadaan air agar dapat membentuk lingkungan yang baik untuk budidaya ikan guppy. Sistem ini memakai metode KNN yang parameternya memakai 2 sensor yaitu sensor suhu dan sensor pH. Keluaran sistem dalam mengatasi PH akan mengaktifkan pompa air yang terhubung dengan obat menuju akuarium, dan untuk mengatasi suhu sistem akan menyalakan kipas DC dan sistem juga akan menampilkan status air saat ini menggunakan layar LCD.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 GAMBARAN UMUM SISTEM



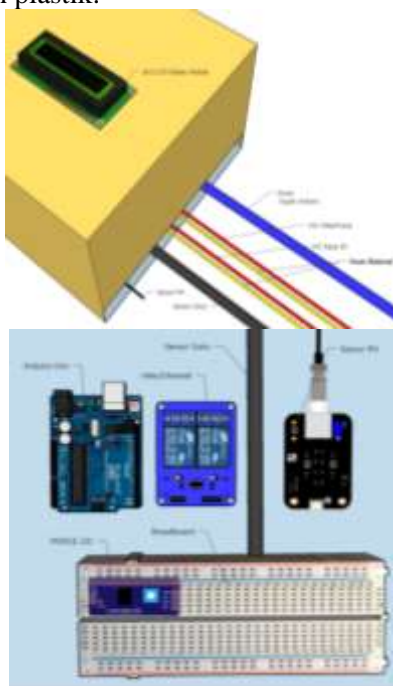
Gambar 1 Blok Diagram Sistem

Pada Gambar 1 dapat dilihat blok diagram sistem tersebut memiliki 2 sensor yang dipakai yaitu sensor SEN0161 untuk keasaman air dan

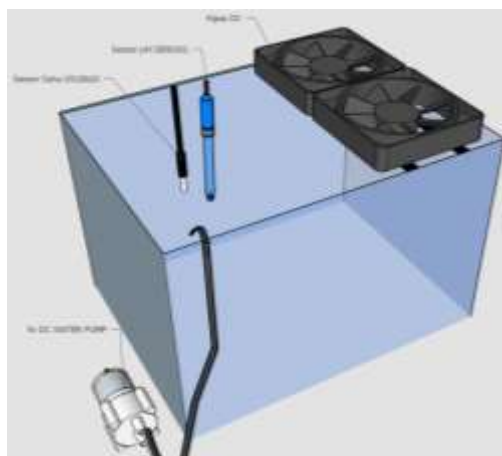
sensor DS18B20 untuk suhu. Data dari pembacaan sensor akan diklasifikasikan menggunakan metode KNN. Sistem kemudian mengklasifikasikan air dari jenis tersedia, yaitu normal, suhu tinggi, pH tinggi, dan pH rendah. Keluaran dari sistem klasifikasi ini selanjutnya akan ditampilkan di LCD dan aktuator akan bergerak sesuai dari hasil klasifikasi yang terdeteksi.

2.2 PERANCANGAN SISTEM

Purwarupa sistem berbentuk kotak dengan bahan plastik.



Gambar 2. Perancangan Prototipe Sistem

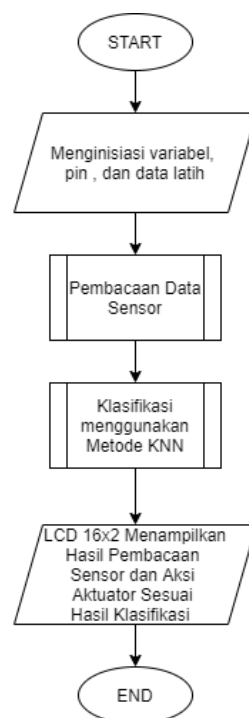


Gambar 3 Penempatan sensor pada Akuarium

Berdasarkan **Gambar 2**, prototipe sistem berbentuk kubus yang berisi modul yang dipakai sistem berupa relay, sensor, arduino, dan LCD. Pada **Gambar 3** diperlihatkan letak

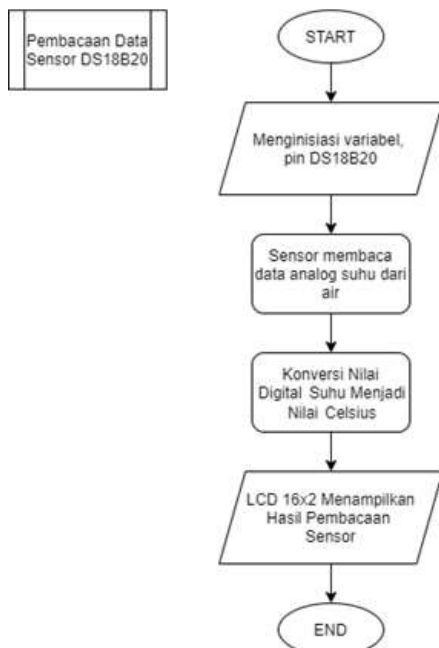
sensor DSB18b20 dan sensor SEN0161 di letakkan pada dinding akuarium yang kemudia akan dilakukan pengambilan data. Kemudian menentukan posisi aktuator, untuk kipas DC ditempatkan di atas akuarium ikan dan pompa air berada di dalam tangki yang berisi obat PH yang terhubung selang menuju akuarium sehingga dapat mengalirkan obat PH. Lalu di atas kubus ada layar LCD yang dipakai untuk memunculkan hasil dari pembacaan sensor dan klasifikasi agar dapat mengetahui kondisi air saat ini.

Tahap desain awal program dimulai dari inialisasi variabel dan data latih, kemudian selanjutnya sistem akan membaca data dari sensor Setelah membaca data, data tersebut akan dicarikan kelasnya menggunakan metode KNN, kemudian hasilnya ditampilkan di LCD dan aktuator akan aktif sesuai dengan hasil klasifikasi untuk jelasnya lihat di **Gambar 4**.



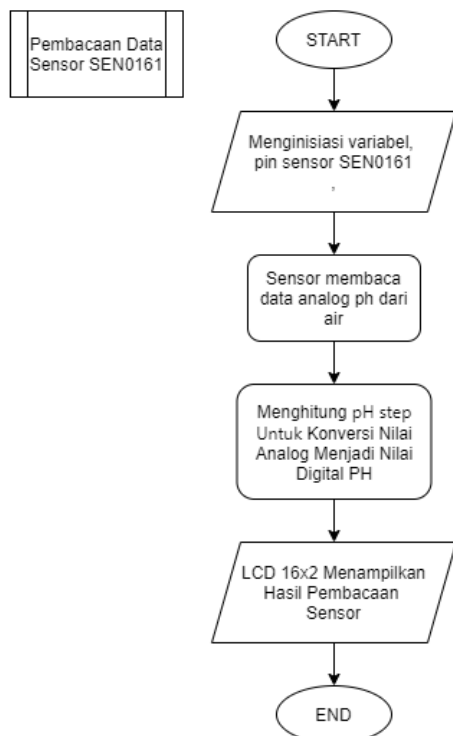
Gambar 4. Perancangan diagram alir software untuk program utama

Agar bisa mendapatkan hasil sensor DS18B20 harus diawali dengan inialisasi variable untuk sensor. Sensor akan membaca data jika diletakkan pada air akuarium agar bisa membaca suhu. Hasil pembacaan dari sensor DS18B20 berupa nilai digital sehingga tidak diperlukan konversi nilai. Setelah mendapat data, hasil pembacaan sensor akan ditampilkan di LCD untuk lebih jelasnya lihat di **Gambar 5**.



Gambar 5. Diagram pendeteksian sensor DS18B20

Agar sensor SEN0161 dapat melakukan pengambilan data perlu terlebih dahulu melakukan menghubungkan dan inisialisasi variabel sensor ke arduino . Kemudian sensor akan mendapat nilai berbentuk analog yang nantinya diubah menjadi nilai pH untuk tampilan diagram alir bisa dilihat di **Gambar 6**.



Gambar 6. Diagram pendeteksian sensor SEN0161

Agar dapat mengkonversi nilai analog mejadi nilai pH diperlukan beberapa langkah. Langkah pertama mengubah nilai analog menjadi nilai tegangan. Untuk mengubahnya bisa menggunakan **Persamaan (5.1)** berikut

$$V.ph = \frac{\text{Nilai Pembacaan Analog}}{1024} \times 5.00 \quad (5.1)$$

Hasil dari menghitung nilai V.ph akan digunakan untuk mencari PH step. Agar bisa menemukan nilai dari PH step bisa didapat dari perhitungan **Persamaan (5.2)**.

$$PH.step = \frac{V.ph4 - V.ph7}{ph.7 - ph.4} \quad (5.2)$$

Langkah selanjutnya mencari nilai dari PH bisa dapatkan menggunakan perhitungan dari **Persamaan (5.3)**.

$$P0 = 7.00 + \frac{\text{volt.Ph 7} - \text{volt.Ph Baru}}{PH.Step} \quad (5.3)$$

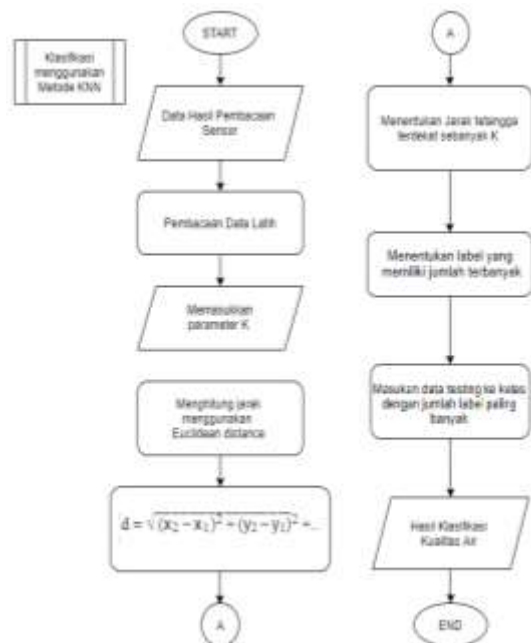
Keterangan :

V.ph_ = Tegangan PH

PHsstep = Nilai teganganntiap kenaikanPH

P0 = PH_Output

Sesudah didapatnya hasil hitungan PH, maka LCD akan menunjukkan nilai PH tersebut. Setelah berhasil mendapatkan data dari sensor, kemudian metode KNN akan di jalankan untuk mengklasifikasikan data, data yang dipakai sebanyak data 40 latih dan data 20 uji, diagram alir perencanaan bisa dilihat di **Gambar 7**.



Gambar 7. Diagram alir Klasifikasi KNN
Sebelum melakukan klasifikasi dari hasil

pembacaan sensor, kita harus menormalisasi datanya terlebih dahulu, Untuk dapat menggunakan normalisasi min-max bisa dilihat **Persamaan (5.4).**

$$\text{Normalisasi} = \frac{\text{NilaiBsensor} - \text{nilaiBminBdataBlatih}}{\text{nilaiBmaxdataBlatih} - \text{nilaiBminBdataBlatih}} \quad (5.4)$$

Normalisasi digunakan agar bisa menyamakan nilai dari batas atas dan bawah dari data latih. Setelah data dinormalisasi selanjutnya menentukan jumlah parameter K, nilai K harus bilangan ganjil dan Langkah berikutnya. Melakukan perhitungan jarak dari data baru yang di peroleh dengan data latih, menghitung jarak bisa digunakan rumus **Persamaan (5.5)**

$$d = \sqrt{(M_2 - M_1)^2 + (N_2 - N_1)^2 + \dots + (O_m - O_n)^2} \quad (5.5)$$

Keterangan:

M_1 = Data.baru M Y_1 = Data.baru.N
 M_2 = Data.latih M Y_2 = Data.latih.N
 O_m = Data.latih.Z.ke.m O_n = Data.baru.Z ke n
d = Jarak dari tetangga

Setelah melakukan perhitungan jarak langkah berikutnya yaitu mengurutkan hasil hitungan dari yang kecil hingga besar, kemudian tentukan nilai K-nya dan cari jarak tetangga terdekat sesuai banyaknya nilai K Pilih kelas tetangga terdekat dan atur nilainya ke kelas tertinggi sebagai kelas untuk data baru Hasil pengurutan ditampilkan pada LCD.

2.3 IMPLEMENTASI SISTEM

Berikut merupakan implementasi prototipe



Gambar 8. Implementasi Prototipe Sistem

Untuk menempatkan dari sensor suhu dan sensor pH di dinding wadah sedangkan kipas DC berada diatas wadah, untuk pompa air berada di botol, dan wadah berisi sensor suhu, modul PH, I2C, Arduino Uno, dan breadboard lalu

untuk LCD diatas box. Implementasi perangkat keras bisa dilihat di **Gambar 9.**



(A) Tampak luar Sistem



(B) Bagian Dalam Sistem



(C) Bagian Sensor dan Aktuator



(D) Tampak Samping Sistem

Gambar 9. Implementasi Perangkat Keras

Dalam pengimplementasian perangkat

kerasnya terdapat beberapa komponen diantaranya LCD, sensor DSB18b20, sensor SEN0161, Arduino, kipasDC, dan waterpump. Bagian-bagian tersebut akan disambungkan ke breadboard dan terhubung pada pin di arduino.

3. PENGUJIAN DAN ANALISIS

3.1.1 Sensor Suhu DS18B20

Sensor DS18B20 merupakan sensor yang dipakai untuk membaca suhu. Tujuan dilakukan untuk mengetes seberapa akurat dari pembacaan sensor suhu DS18B20 yang akan di bandingkan termometer air raksa.

Tabel 1 Hasil Pengujian Sensor DS18B20

No	Thermometer Air Raksa (°C)	Sensor DS18B20 (°C)	Error
1	27	26,75	0,93%
2	29	29,69	2,38%
3	27,5	27,69	0,69%
4	28	27,75	0,89%
5	30	29,75	0,83%
6	25	26,75	7,00%
7	28,5	29,75	4,39%
8	32	31,75	0,78%
9	25	25,75	3,00%
10	31	30,75	0,81%
rata-rata	28,3	28,63	2,17%

Dari Tabel 1 bisa dilihat sensor di uji sebanyak 10 kali di waktu yang berbeda. Rata-rata suhu hasil pembacaan sensor DSB18B20 berkisar 28,63 dan sedangkan untuk air raksa rata-ratanya sebesar 28,3. Persentase dari kesalahan kedua jenis alat ukur ini sebesar 2,17% hal ini menunjukkan bahwa sensor DSB18B20 sangat baik dalam melakukan pengukuran.

3.1.2 Sensor PH SEN0161

Sensor SEN0161 adalah sensor yang digunakan dalam membaca derajat keasaman air. Pengujian ini di gunakan untuk mengetahui perbandingan pembacaan sensor SEN0161 dengan Digital pH Meter ATC.

Tabel 2 Hasil Pengujian Sensor SEN0161

N o	Media Pengujian	Digital pH Meter ATC	Sensor SEN0161	Error
1	Aqua	7,4	7,33	0,95%
2	Air PDAM	6,4	6,48	1,25%
3	Air Sumur Air	5	5,02	0,40%
4	Akuarium 1 Air	5,7	5,6	1,75%
5	Akuarium 2	6	6,23	3,83%
6	Air isi ulang	6,1	6,26	2,62%
7	Cleo Larutan	7,4	7,36	0,54%
8	PH Buffer 4,01 Larutan	4,1	4	2,44%
9	PH Buffer 6,86 Larutan	6,7	6,8	1,49%
10	PH Buffer 9,18	8,9	9,1	2,25%
Rata Rata				1,75%

Tabel 2 menunjukkan pengujian dari sensor SEN0161, pengujian dilakukan sekitar 10 kali. Untuk jenis air yang di ujikan tentusaja berbeda. Dari perbandingan alat Digital pH Meter ATC dengan sensor SEN0161 memiliki nilai error rata-rata sebesar 1,75%, sehingga bisa dikatakan kinerja dari sensor SEN0161 dapat dikatakan bekerja dengan baik.

3.1.3 Akurasi Klasifikasi KNN

Tujuan dari pengujian dilakukan untuk mengetahui nilai keakuratan KNN dari data yang diujikan. Hasil pengujian ditunjukkan di **Tabel 3**.

Tabel 3 Hasil Klasifikasi K-NearestNeighbor

No	Ked aan Seben arnya	K=3	K=5	K=7	K=9	K = 11
1	Nor mal	pHR	pHR	Nor mal	Nor mal	Tidak Terde teksi
2	Nor mal	Nor mal	Nor mal	Nor mal	Nor mal	Nor mal
3	Nor mal	Nor mal	Nor mal	Nor mal	Nor mal	Nor mal
4	Nor mal	Nor mal	Nor mal	Nor mal	Nor mal	Nor mal
5	Nor mal	Nor mal	Nor mal	Nor mal	Nor mal	Nor mal
6	ST	ST	ST	ST	ST	ST
7	ST	ST	ST	ST	ST	ST
8	ST	ST	ST	ST	ST	ST
9	ST	ST	ST	ST	ST	ST
10	ST	ST	ST	ST	ST	ST
11	pHR	pHR	pHR	pHR	pHR	pHR
12	pHR	pHR	pHR	pHR	pHR	pHR
13	pHR	pHR	pHR	pHR	pHR	pHR
14	pHR	pHR	pHR	pHR	pHR	pHR
15	pHR	pHR	pHR	pHR	pHR	pHR
16	pHT	pHT	pHT	pHT	pHT	pHT
17	pHT	pHT	pHT	pHT	pHT	pHT
18	pHT	pHT	pHT	pHT	pHT	pHT
19	pHT	pHT	pHT	pHT	pHT	pHT
20	pHT	pHT	pHT	pHT	pHT	pHT

Keterangan:

ST. = Suhu Tinggi pHR = pH Rendah
pHT = pH tinggi

Berdasarkan tabel pengujian Tabel 3 dari beberapa K yang diujikan untuk nilai K=7 dan K=9 dapat menghasilkan kelas secara tepat dengan keadaan yang sebenarnya dan K yang bernilai K=3, K=5 ada 1 yang salah klasifikasi dan K = 11 terdapat 1 kelas yang tidak bisa diklasifikasikan. Sehingga nilai K yang tersedia untuk sistem dapat digunakan dengan nilai 7 atau 9. Maka penulis menggunakan K = 7 pada sistem karena memiliki kinerja yang bagus dan tidak memiliki perbedaan dengan K=9.

3.1.4 Pengujian Keluaran dari Aktuator

Pengujian ini dilakukan agar bisa mengetahui fungsi Kipas DC dan Water Pump apakah bisa bekerja dengan benar pada keadaan sesungguhnya.

Tabel 4 Hasil Pengujian KipasDC

No	Keadaan Air	Kipas DC	Kesesuaian
1	Normal	Tidak Bergerak	Sesuai
2	Normal	Tidak Bergerak	Sesuai
3	Normal	Tidak Bergerak	Sesuai
4	Normal	Tidak Bergerak	Sesuai
5	Normal	Tidak Bergerak	Sesuai
6	Suhu Tinggi	Bergerak	Sesuai
7	Suhu Tinggi	Bergerak	Sesuai
8	Suhu Tinggi	Bergerak	Sesuai
9	Suhu Tinggi	Bergerak	Sesuai
10	Suhu Tinggi	Bergerak	Sesuai
11	pH Rendah	Tidak Bergerak	Sesuai
12	pH Rendah	Tidak Bergerak	Sesuai
13	pH Rendah	Tidak Bergerak	Sesuai
14	pH Rendah	Tidak Bergerak	Sesuai
15	pH Rendah	Tidak Bergerak	Sesuai
16	pH Tinggi	Tidak Bergerak	Sesuai
17	pH Tinggi	Tidak Bergerak	Sesuai
18	pH Tinggi	Tidak Bergerak	Sesuai
19	pH Tinggi	Tidak Bergerak	Sesuai
20	pH Tinggi	Tidak Bergerak	Sesuai

Tabel 5 Hasil Pengujian WaterPump

No	Keadaan Air	WaterPump Cairan Basa	WaterPump Cairan Asam	Kesesuaian
1	Normal	Tidak Bergerak	Tidak Bergerak	Sesuai
2	Normal	Tidak Bergerak	Tidak Bergerak	Sesuai
3	Normal	Tidak Bergerak	Tidak Bergerak	Sesuai
4	Normal	Tidak Bergerak	Tidak Bergerak	Sesuai
5	Normal	Tidak Bergerak	Tidak Bergerak	Sesuai
6	Suhu Tinggi	Tidak Bergerak	Tidak Bergerak	Sesuai
7	Suhu Tinggi	Tidak Bergerak	Tidak Bergerak	Sesuai
8	Suhu Tinggi	Tidak Bergerak	Tidak Bergerak	Sesuai
9	Suhu Tinggi	Tidak Bergerak	Tidak Bergerak	Sesuai
10	Suhu Tinggi	Tidak Bergerak	Tidak Bergerak	Sesuai
11	pH Rendah	Bergerak	Tidak Bergerak	Sesuai
12	pH Rendah	Bergerak	Tidak Bergerak	Sesuai

13	pH Rendah	Bergerak	Tidak Bergerak	Sesuai
14	pH Rendah	Bergerak	Tidak Bergerak	Sesuai
15	pH Rendah	Bergerak	Tidak Bergerak	Sesuai
16	pH Tinggi	Tidak Bergerak	Bergerak	Sesuai
17	pH Tinggi	Tidak Bergerak	Bergerak	Sesuai
18	pH Tinggi	Tidak Bergerak	Bergerak	Sesuai
19	pH Tinggi	Tidak Bergerak	Bergerak	Sesuai
20	pH Tinggi	Tidak Bergerak	Bergerak	Sesuai

Dari Tabel 4 dan Tabel 5 bisa dilihat apakah bekerja secara fungsional dengan kondisi yang ditetapkan oleh sistem. Oleh karena itu aktuator ini diuji dan dijalankan dengan kondisi kualitas air yang berbeda - beda. Setelah 20 kali pengujian, aktuator terlihat dapat beroperasi sesuai dengan keluaran hasil klasifikasi KNN dari sistem, sehingga diperoleh hasil yang bisa dikatakan aktuator dari sistem sesuai dapat bekerja dengan keadaan yang telah di hasilkan dari klasifikasi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan implementasi bisa ditarik kesimpulan bahwa sistem memiliki Sensor DS18B20 dan SEN0161 yang dapat berfungsi dengan cukup baik dan sistem bekerja dengan optimal pada K=7 dan K=9 di karenakan pada nilai tersebut algoritma K-Nearest Neighbor memiliki tingkat akurasi sebesar 100% dari data yang telah diujikan dan juga untuk aktuator dapat bekerja dengan baik dari keadaan yang di hasilkan dari klasifikasi. Saran untuk pengembangan dalam penelitian serupa yaitu lakukan pengapan dalam jangka waktu yang lebih lama, kemudian tambahkan para meter lainnya contohnya kekeruhan, intensitas cahaya dan sebagainya. Guanakan metode lainnya untuk dipakai sebagai pembandinng agar bisa diketahui metode mana saja yang mempunyai akurasi yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

Azmah Mohti, M. S. (2012). Use Of The Multispecies Freshwater Biomonitor To Assess Behavioral Changes Of *Poecilia Reticulata* (Cyprinodontiformes:

- Poeciliidae*) And *Macrobrachium Lanchesteri* (Decapoda: Palaemonidae) In Response To Acid Mine Drainage: Laboratory Exposure. *Journal Of Environmental Monitoring*, 2502.
- Azmi, Z. (2016). SISTEM PENGHITUNG PH AIR PADA TAMBAK IKAN BERBASIS MIKROKONTROLLER. *Jurnal SAINTIKOM*.
- Boyd, C. E. (1984). *Water Quality Pondfor Aquaculture*.
- DAVID , W., DAVID , A., & JAMES C, C. (1999). Water Temperature Influences The Shoaling Decisions Of Guppies,*Poecilia Reticulata*, Under Predation Threat. *ANIMAL BEHAVIOUR*, 735-741.
- Dimas Guntoro, G. E. (2019). Pengontrolan Derajat Keasaman (Ph) Air Secara Otomatis Pada Kolam Ikan Gurame Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani . *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer* , 1047-1052.
- Dimas Rizki Pratama, H. W. (2018). PENGARUH WARNA WADAH PEMELIHARAAN TERHADAP PENINGKATAN INTENSITAS WARNA IKAN GUPPY (*Poecilia Reticulata*). *E-Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Budidaya Perairan*.
- Indartono, K., Kusuma, B. A., & Putra, A. P. (2020). PERANCANGAN SISTEM PEMANTAU KUALITAS AIR PADA BUDIDAYA IKAN AIR TAWAR. *JOISM: JURNAL OF INFORMATION SYSTEM MANAGEMENT*.
- Kompas.Com. (2019, Juni 21). Potensi Bisnis Ikan Guppy Di Pasar Internasional Menggiurkan. Dipetik Februari 19, 2021, Dari Kompas.Com: <https://money.kompas.com/read/2019/06/21/151626026/potensi-bisnis-ikan-guppy-di-pasar-internasional-menggiurkan?page=all>
- Kompastv. (2020, Agustus 10). Raup Belasan Juta Per Bulan Dari Budidaya Ikan Guppy. Dipetik Februari 19, 2021, Dari Kompastv: <https://www.kompas.tv/article/100615/raup-belasan-juta-per-bulan-dari-budidaya-ikan-guppy>

- Maud , K., & Alfredo F, O. (2015). The Effect Of Water Temperature On Routine Swimming Behaviour Of New Born Guppies (Poecilia Reticulata). *Biology Open* .
- Miz. (2018, Oktober 30). Cara Memilih Ikan Guppy Untuk Kontes & Kriteria Penilaiannya. Dipetik April 28, 2021, Dari Aquaama:
<https://www.aquaama.my.id/2018/10/cara-memilih-ikan-guppy-untuk-kontes.html>
- Probolinggo, D. P. (2018, Desember 21). PENGARUH SUHU TERHADAP PERTUMBUHAN DAN REPRODUKSI IKAN. Diambil Kembali Dari Dinas Perikanan Kabupaten Probolinggo:
<https://perikanan.probolinggo.kab.go.id/download/pengaruh-suhu-terhadap-pertumbuhan-dan-reproduksi-ikan/>
- SAKA. (2020, Januari 28). Ph Kolam Air Budidaya Ikan. Diambil Kembali Dari SAKA: <http://www.saka.co.id/news-detail/ph-kolam-air-budidaya-ikan>
- Tarang Kumar Shah, V. P. (2017). EFFECT OF TEMPERATURE ON GROWTH AND SURVIVAL OF GUPPY (POECILIA RETICULATA). *JOURNAL OF EXPERIMENTAL ZOOLOGY INDIA*, 505-510